IDIA

Nº 159

MARZO, 1961



REPUBLICA ARGENTINA

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA NACION

IDIA

Nº 159

MARZO, 1961

IDIA es editada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, para informar a los técnicos acerca del progreso y resultados de los planes sobre ciencia agropecuaria que se conducen en sus laboratorios y campos experimentales. Los artículos que se publican en IDIA pueden ser total o parcialmente transcriptos, sin permiso previo. mencionando únicamente su origen y el nombre del autor, condiciones exigibles sin excepción.

Registro de la Propiedad Intelectual nº 601791

Editor: CARLOS E. BADELL

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

DIRECCION GENERAL

RIVADAVIA 1439 - Buenos Aires

T. E. 37-5090, 37-5095 al 99 y 37-0483



Plantel de vacunos Hereford de la Estación Experimental de Leales, Tucumán

En este número:

rente a este punto se realizarán observaciones sobre el mecanismo de la herencia de los caracteres más interesantes para un efectivos mejoramiento.

4) Ensayos comparativos entre los diversos clones y especies a introducir, incluyendo los ya existentes en el país, con miras siempre a la obtención de tipos más deseables. En conexión con esto se establecerán activas relaciones con diferentes países.

5) En fin, muchos otros estudios relacionados con las especiales condiciones locales y sugeridos por similares trabajos e investigaciones que he observado durante mi viaje, aunque trataran con otras especies no cultivadas en el Delta. Entre estos estudios podrían citarse: correlación entre la intensidad de drenaje y el crecimiento de los árboles en ciertos tipos de suelo; correlación entre espesor del horizonte orgánico, altitud del suelo y crecimiento; determinación de sitios de calidad; estudio del espaciamiento óptimo de las plantaciones; ensayos comparativos sobre diferentes técnicas de cultivo, etc.

La concreción de la mayoría de las experiencias incluídas en el programa de trabajos e investigaciones a desarrollar en el Delta, tanto en Coníferas como en Salicáceas, es perfectamente factible dependiendo solamente del tiempo y del personal técnico disponible. Sobre este punto estimo que las consecuencias de una beca de esta naturaleza resultarán más útiles para el país, si se pudiera, en base a la misma, capacitar a un equipo de técnicos a fin de que se especializaran en esta materia tan importante e interesante y tan poco desarrollada en el país. De esta manera, los efectos de la beca se multiplicarían y por consiguiente sus beneficios se verían acrecentados.

En algunos casos, serán requeridos ciertos equipos especiales, tales como: escalas de aluminio prolongables para subir a la copa de los árboles, refrigeradores, instalación para secado y extracción de semilla, algunos elementos de laboratorio, etc., pero mientras no sea posible su consecución, se tratará de proveer algunas soluciones provisorias, comenzando por aquellos estudios cuya realización no exija la dotación de costosos elementos.

Material gestionado en relación con los estudios a emprender

Como un complemento de la beca y con el específico propósito de aplicar sus conclusiones en el programa de investigaciones que se está trazando, solicité a la Southern Experiment Station del Servicio Forestal de los Estados Unidos, con sede en Nueva Orleans, por intermedio del señor Philip Wakeley, el siguiente material experimental:

a) Semillas:

Muestras de 60 a 70 gramos por especie, híbrido y fuente geográfica, de semilla de pino con las siguientes especificaciones:

Pinus elliottii	Procedencia de distintas fuentes geográficas
» *elliottii* var. *densa*	» »
» *taeda*	» »
» *palustris*	» »
» *serotina*	
» *glabra*	
» *virginiana*	

y otras especies e híbridos que se supone que han de resultar de interés para ser ensayadas en suelos aluvionales y húmedos ubicados a 34°30′ de latitud Sur con clima templado y subhúmedo.

b) Estacas:

25 estacas de álamo "Carolina" (*Populus deltoides*) de las selecciones de Stoneville (ambos sexos);

25 estacas de álamo "Carolina" de las áreas más secas donde ocurre naturalmente (Texas). Serán ensayados en las zonas secas de la Pampa Central, por la Administración Nacional de Bosques.

25 estacas de sauce negro (*Salix nigra*) de las formaciones naturales del Delta del río Mississippi (ambos sexos).

Como se mantendrán asiduos contactos con técnicos del Servicio Forestal de Estados Unidos, existirá siempre la oportunidad de conseguir más material experimental de todo tipo, a fin de ser utilizado en los planes locales de investigación.

Además se ha obtenido una amplia bibliografía especializada integrada por libros de consulta y

cientos de publicaciones de las distintas Estaciones Experimentales e Institutos de Investigación donde se detallan los últimos estudios acerca de los más diversos aspectos de la Genética Forestal, en constante evolución y progreso.

CONSIDERACIONES FINALES

A través de una apreciación general del adiestramiento recibido, evidenciado en el informe expuesto, es innegable que el saldo de esta beca debe considerarse ampliamente positivo al haberme trasmitido una serie de conocimientos prácticos y técnicos y métodos de trabajo que constituyen las bases que han de permitir encarar con suficiente seguridad y acierto, la planificación de trabajos de mejoramiento de las especies cultivadas en el Delta. Evidentemente algunas de las técnicas deberán ser adecuadas a las características del medio y a las condiciones de trabajo en que deberán ser desarrolladas.

Sin embargo y de acuerdo con un deseo expreso de las autoridades de la F.A.O., me he permitido formularles algunas sugerencias con el sincero propósito de que sirvan para mejorar aún más si cabe, la eficiencia de futuras becas de este tipo.

Una coordinación más estrecha entre F.A.O. y el Forest Service o las otras instituciones participantes, a los efectos de elaborar un programa más dinámico de actividades, hubiera sido muy conveniente para mantener al becario intensamente ocupado cada día de su visita a cada uno de los establecimientos donde se cumplió su adiestramiento. Para ello sería menester, mientras se prepara el programa de la beca, que F.A.O. requiera a los candidatos una comunicación más amplia acerca de los temas y aspectos dentro de determinadas actividades, que son de mayor interés para ser encarados con especial atención. En base a esos datos, debería prepararse con las instituciones entrenadoras un orgánico y detallado programa, si fuera posible con desarrollo semanal. He encontrado que la extensión de mi estadía en ciertos establecimientos resultaba demasiado prolongada en comparación con el programa de actividades que debía cumplir, refiriéndome a actividades específicas de la beca, o sea aquellas que significaran la adquisición de nuevos y valiosos conocimientos que no hubiera podido adquirir en mi país. De esta manera se corre el riesgo de crear un problema para el establecimiento cuyo director no encuentra dentro de su jurisdicción tareas adecuadas para encomendar acorde con los específicos propósitos de la beca, ocupándose al becario en tareas secundarias que no hacen a su perfeccionamiento técnico. Ello sucede debido a la falta de un programa orgánico preparado de antemano, lo que puede ocasionar situaciones embarazosas, incluso para el becario.

Es indudable que la duración más razonable para una beca de este tipo que trata de cuestiones biológicas sujetas a ciclos fenológicos, es el año completo, a fin de abarcar los diferentes aspectos cuya presentación está condicionada a la sucesión natural de los fenómenos. Pero un mayor ajuste de los tópicos comentados, contribuiría a una mayor efectividad del adiestramiento, que vuelvo a repetir, debe considerarse en un nivel suficientemente elevado para permitir la conducción de programas completos de investigación.

A los efectos de adquirir también una buena capacitación en los aspectos teóricos de esta especialidad, otra interesante solución, que también fue sugerida, consistiría en la armónica combinación de un curso de 6 meses en alguna de las excelentes universidades que abundan en el Norte, seguido de una intensa práctica de los principios adquiridos, en los más interesantes establecimientos del Servicio Forestal y de las otras instituciones que colaboraron en esta beca.

Un aspecto fundamental al que debiera concedérsele mayor importancia en nuestro país, al menos en lo que a experimentación con forestales y con otras plantas perennes se refiere, es el *diseño experimental* y el *análisis estadístico*, sin cuyo auxilio no puede pretenderse obtener resultados valederos ni, por consiguiente, realizar experimentación seria, por lo menos para el concepto imperante en un país tan adelantado técnicamente como lo es Estados Unidos. Sobre el particular, estimo que en nuestras Estaciones Experimentales debiera procurarse una mayor capacitación del personal técnico en este aspecto, mediante la organi-

zación de cursos acelerados o seminarios de pocas semanas, para dotarlo de los conocimientos básicos en esta materia, que le permitan orientar con precisión los numerosos ensayos que deberá conducir a fin de dilucidar los múltiples problemas cuya resolución constituye el objetivo fundamental de su actividad investigadora. Entiendo que ello contribuiría a incrementar notoriamente la eficiencia de su trabajo, confiriéndole mayor seriedad, precisión y jerarquía técnica.

No quiero finalizar este informe sin dejar expresa constancia de mi profundo reconocimiento a las autoridades de I.N.T.A., de F.A.O. y a todas las personas y entidades oficiales y privadas en Estados Unidos y en Canadá que posibilitaron la realización de esta beca que, sin lugar a dudas, ha de significar un importante aporte técnico para impulsar y orientar las investigaciones sobre mejoramiento de las especies forestales, de muy reciente comienzo en la Estación Experimental Agropecuaria del Delta. Espero y en ello irá todo mi empeño, de que los resultados de los estudios realizados, se traduzcan en positivo beneficio para la silvicultura regional del Delta del Paraná.

Resultados iniciales de un ensayo de fertilización en alfalfa en Castelar (provincia de Buenos Aires)

Por ROBERTO A. J. ALONSO y ROBERTO V. A. CARAVELLO [1]

Con el propósito de poner en práctica las recomendaciones del "Curso Nacional sobre Metodología en Investigaciones sobre Pasturas", celebrado en Pergamino en 1956, los autores planearon un ensayo de rotación que incluye la sucesión alfalfa (3 años), maíz (1 año), trigo (2 años), sucesión que es precedida por una incorporación al suelo de calcáreo dolomítico y harina de huesos. En el presente trabajo se incluyen los resultados obtenidos el primer año, en dos cortes de alfalfa.

[1] Ingeniero agrónomo y doctor en química. Ténicos del Instituto de Suelos y Agrotecnia del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INTA.

Procedimiento experimental

El ensayo se implantó a fines de 1959 en el campo del Instituto de Suelos y Agrotecnia, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, en Castelar, provincia de Buenos Aires.

El suelo ocupado por las parcelas experimentales corresponde, según el doctor Pedro H. Etchevehere, técnico del Instituto de Suelos y Agrotecnia, al gran grupo de pradera con tendencia a pradera planosólica, con la descripción del perfil (ver pág. 68), llevada a cabo sobre el terreno por dicho técnico, a quien los autores agradecen su colaboración.

El ensayo se dispuso en cinco bloques que representan otras tantas repeticiones; dentro de cada bloque se trazaron seis tablones de 5 × 40 m sorteándose entre ellos las siguientes variantes: trigo repetido, maíz repetido y cuatro rotaciones iguales a la mencionada anteriormente, a iniciarse en cuatro años sucesivos.

Dentro de cada uno de los tablones correspondientes a las rotaciones, se trazaron cuatro parcelas de 5 × 10 m, considerando las variantes de un factorial 2^2, para estudiar los resultados de la incorporación de calcáreo dolomítico (4.000 kg/ha) y harina de huesos (800 kg/ha); precediendo en tres meses el calcáreo y en 2 meses la harina de huesos a la

Materiales originarios: Loess y pampeano.
Fisiografía: llanura suavemente ondulada.
Relieve: plano-cóncavo.
Drenaje: moderado.
Pendiente: 1 %.
Permeabilidad: moderada.
Superficie: Leve tendencia a estructura laminar.

A 11 p Nº Reg.:	0-13 cm 19.677	Color: en seco 10 YR 4/2 (pardo grisáceo oscuro), en húmedo 10 YR 2/2 (pardo muy oscuro); franco, estructura en bloques subangulares que rompen a granular y a bloques menores; consistencia poco firme en seco, blando en húmedo; moderadamente plástico, no adhesivo; límite inferior difuso; fuerte reacción al agua oxigenada; pH 5,8.
A 12 Nº Reg.:	13-24 cm 19.678	Color: en seco 7,5 YR 3/2 (pardo oscuro), 10 YR 2/2 (pardo muy oscuro); franco a franco-arenoso, estructura en bloques menores; consistencia poco firme en seco, blando en húmedo; moderadamente plástico no adhesivo, límite inferior claro a gradual; fuerte reacción al agua oxigenada; pH 6,4; no se observan moteados.
A 2 Nº Reg.:	24-31 cm 19.679	Color: en seco 10 YR 4/2 (pardo grisáceo oscuro), en húmedo 10 YR 3/2 (pardo grisáceo muy oscuro); franco a franco-arcilloso, estructura en bloques angulares que rompen a granular fino; consistencia firme en seco, blando en húmedo; plástico, moderadamente adhesivo; límite; límite inferior claro; reacción al agua oxigenada algo menor al anterior; pH 6,6. Algunos moteados de sesquióxidos de hierro; los agregados presentan la superficie algo decolorada.
B 1 Nº Reg.:	31-40 cm 19.680	Color: en seco y en húmero 7,5 YR 3/2 (pardo oscuro), franco-arcilloso, estructura en bloques angulares y en prismas finos fuertes, consistencia firme en seco, y en húmero; plástico, adhesivo; límite inferior gradual; pH 6,8. Algunos clayskins y concreciones de hierro y de manganeso.
B 21 Nº Reg.:	40-48 cm 19.681	Color: en seco, por dentro YR 3/2 (pardo grisáceo muy oscuro), en húmedo amasado 7,5 YR 3,5 YR 4/2 (pardo a pardo oscuro), arcilloso, estructura en prismas gruesos y medios fuertes que rompen a bloques angulares; consistencia: duro en seco, firme en húmedo, plástico, adhesivo; límite inferior difuso; pH 7. Abundantes clayskins.
B 22 Nº Reg.:	48-82 cm 19.682	Color: en seco por dentro 10 YR 4/2,5 (pardo a grisáceo oscuro) húmedo amasado 7,5 YR 4/2 (pardo a pardo oscuro), arcilloso, estructura en prismas gruesos fuertes que rompen a bloques angulares gruesos; consistencia: duro en seco, firme en húmedo, plástico, adhesivo, límite inferior gradual a claro; pH 8,0. Abundantes manchas negras a los 70 cm, apareciendo algunos puntitos con reacción al ácido clorhídrico.
B 3 Nº Reg.:	82-130 cm 19.683	Color: en seco 7,5 YR 4/4 (pardo a pardo oscuro), en húmedo 7,5 YR 4/2 (pardo a pardo oscuro), franco arenoso, estructura en bloques angulares moderados que rompen a granular y a bloques menores; consistencia poco firme en seco, blando en húmedo, adhesivo, moderadamente plástico, límite inferior gradual a difuso; pH 8,2; reacción al ácido clorhídrico moderada, en concreciones y en puntos no muy abundantes; escasas tosquillas de hasta 2 cm, manchas negras abundantes.
C 1 Nº Reg.:	130 cm 19.684	Color: en seco 7,5 YR 4,5/4 (pardo), en húmedo 7,5 YR 4/4 (pardo a pardo oscuro), areno-franco, estructura en bloques angulares y subangulares con leve tendencia a masivo; consistencia poco firme en seco, friable en húmedo, poco plástico, poco adhesivo; pH 8,3. Menor cantidad de concreciones que en el horizonte anterior; reacción moderada al ácido clorhídrico.

Parece observarse un principio de planosolización en la base del horizonte A. Raíces escasas en todo el perfil, más abundantes en el A 11; no se observa erosión intensa; el horizonte más húmedo en el momento de la observación era el B 1; en seco el perfil presenta agrietamiento desde los 30 cm.

CUADRO 1

Datos meteorológicos correspondientes a la Estación de Castelar durante 1960, año considerado en el presente trabajo

	Temp. máx. abs. mensual °C	*Temp. mín. abs. mensual* °C	*Temp. máx. med. mensual* °C	*Temp. mín. med. mensual* °C	*Lluvias mensuales* mm	*Días de lluvias*
Enero	37,2	10,3	31,1	17,3	57,7	6
Febrero	35,8	9,1	31,6	18,1	69,0	2
Marzo	31,8	10,1	26,7	15,0	184,4	10
Abril	28,0	3,3	23,2	10,0	68,7	4
Mayo	25,7	1,1	19,4	5,8	0,0	0
Junio	22,8	2,8	14,6	5,8	38,0	8
Julio	20,8	3,5	14,4	6,2	170,6	11
Agosto	26,4	3,2	16,9	6,0	41,7	6
Septiembre	26,8	3,6	18,8	8,2	59,1	8
Octubre	28,8	4,4	21,7	12,3	178,8	17
Noviembre	33,0	2,4	26,0	12,6	20,8	5
Diciembre	35,6	7,9	28,5	14,1	46,3	5

CUADRO 2

Rendimiento de alfalfa expresado en toneladas de material verde por hectárea, para cada una de las muestras tomadas en las parcelas del ensayo

		P_0				P_1			
		Ca_0		Ca_1		Ca_0		Ca_1	
1er corte	Block A	2,15	2,30	3,25	3,25	7,85	9,55	9,55	6,30
	Block B	3,90	1,55	8,35	5,55	6,42	10,80	15,25	12,65
	Block C	2,80	2,10	8,10	5,93	14,40	10,65	13,50	15,90
	Block D	2,75	3,25	2,15	3,35	5,20	6,55	9,65	10,35
	Block E	7,00	5,95	8,42	6,57	10,20	12,12	9,00	8,80
2º corte	Block A	11,60	8,25	11,55	12,45	17,90	14,50	15,10	18,40
	Block B	10,35	3,00	14,90	13,90	22,40	20,45	19,90	14,50
	Block C	7,55	9,80	12,50	13,75	15,30	21,00	20,30	19,30
	Block D	12,65	9,35	9,75	10,25	17,00	12,25	16,10	15,80
	Block E	13,55	13,40	17,20	14,10	23,40	26,05	21,75	23,40

CUADRO 3

Análisis de la variancia de los valores de rendimiento contenidos en el cuadro 2. Niveles de significación: + 95 %; ++ 99 % y +++ 99,9 %

Fuente de variación	*G. L.*	x^2	x^2	*F*
Harina de huesos	1	877,199	857,199	144,75 +++
Calcáreo	1	49,032	49,032	8,28 ++
Corte	1	1202,723	1202,723	203,10 +++
Tablón	1	232,712	58,178	9,82 +++
Harina de huesos-calcáreo	1	19,612	19,612	3,31
Harina de hueso-corte	1	11,272	11,272	1.90
Calcáreo corte	1	2,566	2,566	0,43
H. de huesos-calcáreo-corte	1	12,396	12,396	2,09
Discrepancia	68	402,693	5,922	
Total	79	2790,206		

implantación del alfalfar (semilla inoculada). Los tablones con trigo repetido y con maíz repetido no recibieron corrección de ningún tipo.

Durante el ensayo se recogieron los datos meteóricos proporcionados por la estación meteorológica de Castelar, próxima al lugar ocupado por las parcelas del presente trabajo; en el cuadro 1 se consignan los datos correspondientes al año considerado (1960).

En la cosecha se tomaron, por cada parcela, dos cuadrados de 1 m de lado separados 4 m entre sí. El material de cada cuadrado, considerado como una muestra independiente, se pesó inmediatamente de cosechado. Los resultados experimentales que se presentan en este trabajo corresponden a los obtenidos hasta el segundo corte de la alfalfa implantada en el primer año de ensayo y son los que figuran en el cuadro 2.

Interpretación de los resultados experimentales

Previa verificación gráfica de la distribución normal de los resultados experimentales, se realizó el análisis de la variancia de los mismos (cuadro 3).

Del examen cuidadoso de este último cuadro se desprende la alta significancia que tienen la incorporación de harina de huesos y la de calcáreo dolomítico sobre la variabilidad de los rendimientos expresados en toneladas de material verde por hectárea.

Resulta interesante comparar las medias de cada una de las situaciones que se plantean al com-

binar los dos tratamientos, como puede verse en el cuadro 4.

CUADRO 4

Rendimientos promedios de alfalfa expresados en toneladas de material verde por hectárea.

	Ca_0	Ca_1
P_0	6,66	9,22
P_1	14,20	14,78

Dado que la diferencia límite de significación para las medias de tratamientos es de 2,04 y 1,54 toneladas por hectárea en los niveles de 99 y 95 % de seguridad, respectivamente, vemos que el calcáreo aumenta el rendimiento en forma altamente significativa cuando se aplica solo, como surge de la diferencia de las medias que supera el valor de 2,04, consignado más arriba; en cambio, cuando el calcáreo acompaña a la harina de huesos en el tratamiento, no tiene gravitación, por sí, sobre el rendimiento; la diferencia entre las medias de Ca_0P_1 y Ca_1P_1 (0,58) no alcanza ni al nivel del 95 %.

En lo que hace referencia a la harina de huesos, el cuadro 4 resulta que tanto para Ca_0 como para Ca_1 su aplicación se traduce en aumentos altamente significativos del rendimiento; las diferencias entre las medias para Ca_0 y Ca_1 son, respectivamente, de 7,54 y de 5,56.

De lo expuesto para el calcáreo se desprendería también una cierta interacción entre éste y la harina de huesos, pero ya hemos visto en el análisis respectivo que esa interacción no alcanza los niveles de significancia. Los valores experimentales que se obtengan al continuar el trabajo han de proporcionar, seguramente, nuevos elementos de juicio sobre este punto.

Concretando el estudio de los resultados logrados hasta el segundo corte del primer año, enfocándolo desde el punto de vista económico y limitándonos al tratamiento con harina de huesos, que resultó el más efectivo en la mejora de los rindes, surge su carácter retributivo en este caso. Teniendo en cuenta que el valor del hueso molido empleado (800 kg por hectárea) es de $ 3.600 m/n y que la diferencia en los costos respecto de la hectárea no fertilizada, por mano de obra en la aplicación del fertilizante y por mayores gastos como consecuencia del mayor rendimiento, no supera los $ 1.000 m/n, resulta que una diferencia en los gastos de $ 4.600 m/n se traduce en un aumento, para los dos cortes, de 5 toneladas de forraje en condiciones de mercado (un tercio, aproximadamente, del peso del material verde), que a los precios corrientes de $ 2.000 m/n la tonelada, para un producto de regular calidad, hacen un total de $ 10.000 m/n, con un beneficio neto de $ 6.400 m/n por hectárea, para los dos cortes considerados.

Resumen y conclusiones

Con el propósito de estudiar la rotación alfalfa (3 años), maíz (1 año), trigo (2 años), se inició en el año 1960, en el campo del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, en Castelar, provincia de Buenos Aires, un ensayo cuyos primeros resultados se comunican en el presente trabajo; los mismos comprenden dos cortes de alfalfa.

Los valores experimentales obtenidos permiten deducir las siguientes conclusiones, válidas para las condiciones del suelo del ensayo y para las características meteóricas imperantes en la zona durante el año considerado (1960):

1º La harina de huesos, portadora de fósforo, aumenta en forma altamente significativa el rendimiento de la alfalfa, aumento asimismo significativo desde el punto de vista económico.

2º El calcáreo dolomítico, fuente de calcio, aumenta en forma altamente significativa el rendimiento cuando se incorpora solo y no lo aumenta cuando la incorporación se hace simultáneamente con harina de huesos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Barbier, G. 1951. *Experience de longue durée sur la fumure phosphotassique.* Ann. Agron., 1951, nº 5 : 585.

Kendall, M. G. 1955. *The advanced theory of statistics.* Charles Griffin and Co., London.

Koehler, F. E., A. W. Moore, R. R. Allmaras y R. A. Olson. 1957. *Influence of past soil treatment on yield, composition and fertilizer phosphorus utilization by alfalfa.* Soil Sci., 72 : 168.

Mood, A. F. 1950. *Introduction to the theory of Statistics.* Mc. Graw Hill. New York.

Morani, V. y A. Baroccio. 1958. *Studi sulla concimaziones fosfatica al medicaio: esperienze nel Lazio e in Toscana.* Ann. Staz. Chi. Agr. Sper. Roma S. III nº 136.

Peterson, R. A. et al. 1950. *Metodología en investigaciones sobre pasturas.* Colección Agropecuaria, vol. II. INTA, Buenos Aires.

Genética Forestal en Estados Unidos de América y Canadá [1]

Por ABELARDO E. ALONZO [2]

INTRODUCCION

La beca, acordada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O.) y autorizada por resolución de INTA, nº 184, del 30-VII-59, se desarrolló en los Estados Unidos de Norte América y Canadá desde el 4 de octubre de 1959 al 18 de septiembre de 1960. Su propósito específico fue el estudio de la Genética Forestal, principalmente relacionada con los pinos del sur de Estados Unidos, y entre ellos preferentemente *Pinus elliotti* y *P. taeda*, y con álamos, sobre todo pertenecientes a la especie colectiva *Populus deltoides.*

Las mencionadas especies son, entre las de origen norteamericano, las que demuestran mejor adaptación a las condiciones ecológicas del Delta del río Paraná, en cuya Estación Experimental me desempeño, y, por consiguiente, la aplicación de las técnicas inherentes a su mejoramiento reviste particular importancia para dicha zona.

El itinerario cumplido que, para mejor satisfacer los objetivos de la beca, preparó la Oficina Regional de la F.A.O. para la América del Norte (NARO), fue el siguiente:

5 al 11-X-59. — En Wáshington D. C. Para discutir mi programa con las autoridades de F.A.O., especialmente con el señor Stefan Gavell, responsable de la Sección Becas y Adiestramiento de NARO [3]. Conferencias con funcionarios del Departamento de Agricultura y en particular con los del Servicio Forestal, organismo en cuyas dependencias se desarrollaría la mayor parte de mi beca en Estados Unidos.

11-X-59 al 26-II-60. — En las Estaciones Experimentales de la Zona Sur del U. S. Forest Service, con sede en Nueva Orleans, con estadías en: Nueva Orleans (12/14-X); en Alexandria (Louisiana) (14-X al 13-XI-59), con viaje intermedio a Many(La) entre el 20 y 23-X; Crossett (Arkansas) (13/20-XI); Gulfport (Mississippi) (20-XI-59 al 26-II-60), con estadías intermedias en Brooklyn (Miss.) (14-18-XII) y en Oxford (Miss.) y Leland (Miss.) (4/15-I-60). *Objeto:* recibir sobre el terreno adiestramiento en cosecha, extracción y almacenaje de semilla; prácticas de vivero y plantación de árboles; investigaciones sobre genética forestal, particularmente la polinización controlada de *Pinus elliottii* y la plantación de plantitas de híbridos y otras selectas para ensayo de progenie: técnica de selección de álamos (*Populus deltoides cv. carolinensis*).

27-II-60 al 29-IV-60. — En Macon (Georgia), con viajes intermedios a Lake City (Flo-

[1] Informe final de la beca cumplida por el autor.

[2] Ingeniero agrónomo. Técnico de la Estación Experimental Agropecuaria del Delta. INTA.

[3] En agosto de 1960 fue designado para dicho cargo el señor Roberto E. Osterbur, por promoción del señor Gavell.

rida) (8/10-III) y Eatonton, Georgia (16/17-III).

15/23-IV-60 y 23/29-IV-60. — Athens, Ga; Raleigh N. C. y West Point, Va. *Objeto:* recibir en el terreno adiestramiento en investigaciones sobre semillas y viveros; investigaciones genéticas, particularmente las técnicas y procedimientos en la polinización controlada de *Pinus taeda* y *P. elliottii*, propagación vegetativa y producción de semilla genéticamente mejorada; plantaciones de los pinos del sur y huertos semilleros.

30-IV-60 al 24-VI-60. — En Estaciones Experimentales de la Zona Sudoeste, del Serv. For. En Berkeley y Placerville, California. *Objeto:* recibir experiencia adicional en cosecha, tratamiento y conservación de polen; polinización controlada de varias especies de pinos; crianza de árboles y efecto de ciertas sustancias de crecimiento; estudio de viejas plantaciones de híbridos y especies introducidas.

25/28-VI-60. — En el Laboratorio de Productos Forestales del Servicio Forestal, en Madison, Wisconsin. *Objeto:* observar las investigaciones sobre química de la madera, pulpa y papel; otros usos de la madera.

28/30-VI-60. — En el Instituto de Química del Papel de Appleton, Wisc. *Objeto:* observar el funcionamiento de dicho Instituto, especialmente su Sección sobre Genética Forestal.

2/6-VII-60. — En Ottawa, Canadá. Esta parte del programa fue elaborada en coordinación con la División de Adiestramiento del Ministerio de Comercio de Canadá. En la Estación Experimental del Ministerio de Agricultura. *Objeto:* observar los trabajos generales de genética que allí se realizan.

6/19-VII-60. — En la Estación Experimental Forestal de Petawawa en Chalk River, Ontario, dependiente del Servicio Forestal de Canadá. *Objeto:* interiorizarme de los estudios de genética que están llevando a cabo en pinos, *Picea, Larix,* etc.; estudios de fisiología forestal y suelos.

19 - VII/1º - VIII. — En la Estación Experimental de Maple, Ont., dependiente del Departamento de Tierras y Bosques de la provincia de Ontario. *Objeto:* estudiar las técnicas para el mejoramiento de álamos.

2/7-VIII-60. — En el Vivero y Estación Forestal de Indian Head, Saskatchewan, dependiente del Ministerio de Agricultura de Canadá. *Objeto:* ver los trabajos forestales que allí se realizan y el comportamiento de una amplia colección de álamos.

8/26-VIII-60. — En Vancouver y Victoria, B. C., bajo supervisión del Servicio Forestal de British Columbia. *Objeto:* recorrida de la provincia de British Columbia, incluyendo Victoria y otras partes de la isla de Vancouver, a fin de observar las características forestales de la zona.

26-VIII/11-XI-60. — Regreso a Estados Unidos. En Seattle, Wáshington. *Objeto:* asistir al 5º Congreso Mundial de Silvicultura.

12/18-IX-60. — En Washington D/C., a fin de presentar el informe final a la F.A.O. y disponer lo necesario para el regreso.

Este informe comprenderá dos partes principales, que se referirán: 1º a una descripción del adiestramiento recibido, y 2º a la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos al mejoramiento de las esencias forestales que se cultivan en el Delta.

A) PRIMERA PARTE

SUMARIO DEL ADIESTRAMIENTO RECIBIDO DURANTE LA BECA

Me he de referir seguidamente, en forma sucinta, a los diversos aspectos del adiestramiento recibido, compendiando la información contenida en los 11 partes mensuales enviados a la Estación Experimental Agropecuaria del Delta, asiento de mis funciones, dando cuenta cronológica del desarrollo de mi beca.

Pero con el objeto de organizar la exposición y hacerla más clara dentro de una secuencia lógica,

considero más adecuado la adopción de un orden natural por afinidad de materias y de los diversos aspectos de métodos y técnicas de mejoramiento estudiados para cada especie o grupo de especies afectadas por los mismos problemas o susceptibles de ser sometidas a las mismas técnicas.

Ello significará, en muchos casos, apartarse del orden cronológico seguido en la beca, que ha sido expuesto en la introducción de este informe y que se observa estrictamente en los partes mensuales por lógica imposición de las circunstancias, pero que, aplicado en este caso, conspiraría contra la unidad y cohesión que se le quiere dar a esta exposición.

Dos son los géneros a cuyos representantes se les ha prestado la mayor atención en el curso de los trabajos y estudios realizados durante la beca: *Pinus* o pinos y *Populus* o álamos, siendo el conocimiento de la técnica de su mejoramiento el objetivo fundamental de mi viaje de estudio.

1) PINOS

La primera parte de la beca se desarrolló en la región originaria de los denominados "pinos del sur", integrada principalmente por los Estados del sur y sudeste de los Estados Unidos, donde es posible encontrar condiciones climáticas similares en muchos aspectos a las que reinan en nuestra región deltaica, aunque los suelos ofrecen marcadas diferencias físico-mecánicas y químicas.

Cuatro son los principales pinos del sur a los que se les concede en Estados Unidos la mayor importancia: *Pinus elliottii, P. taeda, P. palustris* y *P. echinata*, que son acompañados por otros pinos meridionales de menor valor cuali y cuantitativo, tales como: *P. serotina, P. virginiana, P. rigida, P. clausa* y *P. glabra.*

Estas regiones, sur y sudeste de los Estados Unidos, donde se desarrolló la mayor parte de mi beca, han sido las más interesantes que he visitado, desde el punto de vista de la aplicación directa de las técnicas y especies estudiadas.

Mis estudios y prácticas propiamente dichos se iniciaron en octubre y noviembre, en el Centro de Investigaciones de Alexandria, Louisiana, dependiente de las Estaciones Experimentales Forestales del Sur, con asiento en New Orleans. En el área experimental "Johnson Tract" de aquel centro de investigaciones, ubicada a unas 20 millas de Alexandria, participé en estudios sobre diversas técnicas relacionadas con la cosecha y tratamiento de conos y semillas (en este caso particular tratábase de *Pinus palustris*, pues era su época de cosecha en esa zona), y en posteriores estudios sobre almacenaje y germinabilidad de la semilla.

Estos estudios y observaciones fueron complementados y ampliados durante mi estada en el Laboratorio de Ensayos de Semillas de Macon, Georgia, en marzo y abril del año 1960.

Es así como con el señor Bobbie McLemore, del Alexandria Research Center, he trabajado en la recolección de semillas de plantas de *Pinus palustris*, una parte de las cuales había recibido fertilizantes en diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, además de un producto denominado Esminel, que es un complejo de elementos menores esenciales, con el objeto de observar la influencia de esta práctica sobre la cantidad de semilla producida. Los datos recogidos parecen confirmar la presunción de una mayor producción de las plantas fertilizadas, que además mostraban conos de mayor tamaño, pero aún debía procederse a su interpretación estadística para llegar a conclusiones valederas.

Con el citado técnico he colaborado en otro estudio tendiente a hallar un método que permita pronosticar la abundancia de una cosecha de semilla, basada simplemente en un ligero recuento de semillas en un corte longitudinal de un cono aún verde, correlacionándolo con el total de semillas en el cono y en la planta, para lo cual se estaba iniciando el cómputo de los datos para el correspondiente análisis de regresión.

Otro interesante estudio consiste en averiguar la influencia del período de almacenaje de los conos desde que son cosechados hasta que entran al horno para su secado y posterior extracción de las semillas, sobre la calidad de las mismas. Para ello se habían contemplado cinco diferentes períodos de almacenaje, a saber: 0, 15, 30, 60 y 90 días, habiéndose hecho cuatro repeticiones de cada variante.

Practiqué también la determinación del contenido de humedad de la semilla, que es un factor muy

importante que incide en la capacidad germinativa de la misma. Es sabido que con un contenido de humedad mayor del 20 % en la semilla, en el momento de la recolección de los conos, la capacidad germinativa será muy pobre, indicando que los conos fueron cosechados cuando aún se hallaban demasiado verdes. Los mejores resultados se consiguen cuando el contenido de humedad se reduce al 6-10 %, y esto está relacionado con el peso específico de los conos en el momento de la cosecha. Cuando este factor tiene un valor de alrededor de la unidad es señal de que el cono aún está verde, siendo el estado más adecuado para la cosecha cuando el peso específico oscila entre 0,75 y 0,85.

Un método práctico y rápido para determinar la madurez de los conos, y que es usado por los cosechadores con bastante buen resultado, consiste en someterlo a una fuerza de torsión con las manos, como si se intentara quebrarlo. Un crujido característico indicará que el cono se halla en el estado de madurez adecuado para ser cosechado.

Otro método más exacto consiste en someterlo a la prueba de la flotación en aceite lubricante SAE 20, en el cual el cono (en este caso de *P. palustris*) debe flotar por espacio de 10 minutos inmediatamente después de cosechado. Ello indicará que está en condiciones de ser recogido y de continuar el proceso de maduración en el almacenaje. Estas pruebas configuran apreciaciones empíricas estrechamente relacionadas con el peso específico, contenido de agua y, por ende, grado de progreso del proceso de maduración, indicando el punto en el cual los conos pueden ser recogidos; corresponden a un peso específico que oscila entre 0,89 y 1,00, debiendo tenerse presente que cuando esta cifra baja a 0,70-0,75, los conos comienzan a abrirse, siendo ya demasiado tarde para su cosecha.

El ensayo de semillas de diferentes especies de pinos, con determinación de su capacidad germinativa en cámaras con ambiente controlado, velocidad de germinación, grado de pureza, peso y cantidad de semilla, etc., mereció preferente atención en mis prácticas, que fueron intensificadas luego en el Seed Testing Laboratory del Macon Research Center, en Georgia. Mientras que en Alexandria se determinaba y se le concedía importancia al *valor de germinación* [1] como una característica que combina en una sola expresión numérica la rapidez de germinación y el por ciento de semillas germinadas en el término de un mes, en Macon se objetaba el valor de esa expresión, juzgándose la capacidad germinativa sólo por el por ciento de germinación alcanzado en el mismo período de un mes, que se adopta como base para este tipo de determinaciones.

En el Laboratorio de Ensayo de Semillas de Macon, al lado de los técnicos señora Ida Moseley y señor Thomas Swofford, he tenido oportunidad de complementar y ampliar los conocimientos relativos al análisis completo de las semillas de distintas especies de coníferas y latifoliadas, interiorizándome de los estudios que se están conduciendo para hallar el tratamiento pregerminativo o de estratificación más eficiente para obviar el inconveniente que, en la germinación, representa el fenómeno conocido por "dormancy" o estado de latencia.

Esta particularidad, de origen desconocido, que presentan las semillas de ciertas especies, ha sido y es objeto de intensos estudios, habiéndose comprobado que, en especies fundamentales como el *P. taeda*, es muy variable según los lotes de semilla y que no está relacionado con el origen geográfico de la misma.

En general se ha encontrado que la estratificación en un musgo especial de turbera (peat moss), convenientemente humedecido durante 30 días a una temperatura de 1,1 a 3,3° C, beneficia a la germinación de la mayoría de los lotes, recalcándose la necesidad de realizar un ensayo previo en cada caso particular, antes de recomendar su aplicación a los viveristas.

En otras especies, como en *P. elliottii*, se ha encontrado que la estratificación ha resultado ser más perjudicial que benéfica, por cuyo motivo no es recomendable para esta especie, y que en el caso de *P. palustris* no es necesario el procedimiento por cuanto sus semillas no presentan el fenómeno de "dormancy".

[1] *Valor de germinación :* Valor máximo × promedio de germinación diaria. Siendo valor máximo, el más alto valor alcanzado por la relación *Valor de germinación* en % dividido por el número de días en que ese valor se obtiene.

Se juzga la eficacia de estos tratamientos de acuerdo con las siguientes bases:

Benéficos: si aumentan la germinación en un 6 % o más o disminuyen el número de días para alcanzar la máxima germinación en 6 días o más.

Perjudiciales: si disminuyen la germinación total en un 6 % o más o aumentan el número de días para alcanzar la máxima germinación en 6 días o más.

Indiferentes: si producen cambios de menos del 6 % en germinación total o de menos de 6 días en el lapso para alcanzar la máxima germinación.

De acuerdo con esta base se registró el efecto que se anota a continuación sobre 74 lotes de *P. taeda* y 41 lotes de *P. elliottii.*

	Beneficiados	*Perjudicados*	*Indiferentes*
P. elliottii.	6 lotes-15 %	27 lotes-66 %	8 lotes-19 %
P. taeda...	48 lotes-65 %	7 lotes- 9 %	19 lotes-26 %

En base a los datos obtenidos de los análisis completos, se aconseja a los viveristas la cantidad de semilla a sembrar para obtener almácigos con la densidad de plántulas deseada, habiendo sido ideado por el señor Swofford un procedimiento rápido para calcular esa cantidad mediante el uso de una regla circular confeccionada en base a relaciones logarítmicas de todos los factores que entran en el cálculo, a saber: número de semillas por libra, poder germinativo, grado de pureza, densidad de plántulas deseadas por pie cuadrado.

Me llamó la atención la baja germinabilidad citada para las semillas de *Taxodium distichum*, especie cuyo cultivo nos resulta tan familiar en el Delta del Paraná. Su habitat natural actual se encuentra en las zonas pantanosas del sur de los Estados de Louisiana, Mississippi, Georgia y en Florida, y en los ensayos de germinación realizados en el "Seed Testing Laboratory" de Macon sólo obtienen de un 10 a un 12 % de semillas viables, a pesar de los procedimientos pregerminativos utilizados. Como me pareciera que en el Delta no existía ningún problema referente a la germinación de semilla de *Taxodium,* decidí escribir, para mayor seguridad, al señor Juan Brückmann, a quien conceptúo como al productor que conoce más profundamente el cultivo y aplicaciones de dicha especie en el Delta. En su contestación me confirma que en semillas cosechadas en la zona, de plantas que crecen en grupos o montes, se obtenía una germinabilidad del 75-80 %, no representando por consiguiente ningún problema, pero que la germinación era muy baja o nula en semilla procedente de árboles plantados en tierra firme, o de plantas que crecían aisladas aun en el Delta. El último caso puede tener su explicación en la necesidad de la alogamia, pero la alta germinabilidad común en el Delta es evidente que se debe a las muy favorables condiciones que las plantas encuentran en ese ambiente para el cumplimiento de esa fundamental etapa de su ciclo evolutivo, cual es la maduración de su semilla. Según el señor Brückmann ello estaría ligado a probables exigencias fisiológicas de este forestal, que a pesar de estar habituado a los suelos pantanosos, requiere agua que corra y buen drenaje para alcanzar una buena maduración de su semilla, condiciones que no encuentra en su habitat natural actual. La nota del señor Brückmann provocó viva curiosidad entre los especialistas del Laboratorio, señores Thomas Swofford, Le Roy Jones y señora Ida Moseley, y debí traducirla al inglés para que la conservaran como antecedente.

No pocas veces el resultado de los análisis y estudios que se llevan a cabo sobre lotes de semillas provenientes de los más diversos lugares permite aconsejar modificaciones en ciertas etapas de la extracción mecánica de las semillas, que estudios previos han demostrado que afectan negativamente a su germinabilidad.

Muy interesantes resultaron las visitas realizadas a dos usinas extractoras de semillas de pinos en gran escala, en Alexandria y en Macon, pertenecientes a la American Forest Seed Company y a la Georgia Forestry Commission, respectivamente.

Siendo la más completa de las dos usinas visitadas la perteneciente a la Comisión Forestal del Estado de Georgia, haré una breve descripción de la misma por considerarlo de interés.

Los conos de pinos son adquiridos de contratistas que se encargan de su cosecha y transporte has-

ta la usina, oscilando los precios que paga la Forestry Commission entre 1,40 y 1,60 dólares por bushel para *P. elliottii;* 2,50 dól./bush. para *P. taeda* y 0,60 dól./bush. para *P. palustris.* (El bushel equivale a unos 36 litros y prácticamente resulta ser la capacidad de cierto tipo de bolsas usadas en este comercio). Los cargamentos son recibidos y pesados en un gran tinglado anexo al cuerpo del edificio principal de la usina, que en este caso tiene una capacidad de almacenaje de 45.000 bushels, que se disponen en estanterías especiales que facilitan su aereación. El cuerpo principal del edificio consta de dos plantas, ocupadas por el horno de secado, que está dividido en 12 compartimientos, 6 a cada lado de dos túneles centrales superpuestos, por donde circula el aire caliente. Cada compartimiento contiene 9 bandejas dobles de alambre tejido, pudiendo plegarse cada mitad sobre las paredes de los compartimientos. La capacidad de cada bandeja es de 25 bushels de conos, que entran en una capa de dos conos de espesor en promedio; o sea que la total capacidad del horno a carga completa oscila entre 2.700 y 3.000 bushels. En la parte frontal de la planta baja está ubicado el equipo calefactor, constituído por un motor eléctrico que acciona a un gran ventilador que provoca la circulación forzada de aire. El calor es generado por cuatro pipas de gas de encendido eléctrico, adecuadamente dispuestas para que el ventilador impulse el aire caliente por los dos túneles, superior e inferior.

El horno es cargado mediante correa transportadora por una compuerta ubicada en la parte superior del edificio, que a la vez sirve de salida al aire exhausto, saturado de humedad, extraída de los conos almacenados en los compartimientos. Cada compartimiento tiene dos puertas de circulación de aire hacia la parte interna del edificio, una superior y otra inferior, que comunican con los respectivos túneles. Además tienen puertas hacia el exterior que sirven para descarga y limpieza.

El aire caliente es forzado a circular por todos los compartimientos mediante una adecuada coordinación de las compuertas internas.

La operación del secado de una carga completa, dura unas 75 horas, pero el horno trabaja en forma continuada una vez comenzada la estación del secado que se extiende desde setiembre a enero, coordinando adecuadamente las operaciones de carga y descarga de los compartimientos. La temperatura dentro del horno debe ser estrictamente controlada y es mantenida entre 100 y 110 grados F (37,8 y 43,3° C) pues la máxima temperatura no perjudicial para *P. palustris* es de 110° F y para los otros pinos es de 120° F (48,9° C).

La semilla liberada por los conos al abrirse debido al calor, es elevada mecánicamente a otra sección anexa del edificio, donde funcionan las máquinas limpiadoras. Los conos secos igualmente son elevados y obligados a pasar por un aparato llamado "tumbler" o volteador que es un prisma cuadrangular acostado de alambre tejido, que gira agitando a los conos que de esta manera se desprenden de las últimas semillas que pudieran aún contener. Los conos vacíos, en casi todas las usinas son quemados, pero en la que estoy describiendo son enviados a una moledora, siendo el polvo resultante utilizado como mejorador físico del suelo en los viveros, como se usa el aserrín.

La semilla obtenida pasa por una serie de máquinas que van completando su limpieza, de acuerdo con el siguiente orden sucesivo: *a*) "scalper" o máquina de despelusar que, mediante tamices de diferentes mallas, separa por simple gravitación las impurezas más pesadas; *b*) "dewinger" o máquina separadora de las alas que traen adheridas las semillas; *c*) "cleaner" o limpiadora de impurezas finas; *d*) "gravity separator" o separador por gravitación, de las semillas vanas (también se usan ventiladores especiales con el mismo propósito), y *e*) "sacker" o embolsadora, aunque en este caso la semilla se recibe en tarros especiales de unas 130 libras de contenido (59 kg), y rigurosamente identificada por zona de procedencia. A este efecto el Estado de Georgia está dividido en 4 zonas y la semilla (toda para uso oficial) es enviada para ser usada en los viveros ubicados en las mismas zonas de donde procede. Este requisito no se observa en la usina comercial privada que he visitado.

La semilla es almacenada en 4 grandes cámaras frigoríficas a tres diferentes temperaturas, a saber: 10, 20 y 34° F (—12, —9,6 y 1,1° C), estando una cuarta temperatura bajo ensayo con el obje-

to de encontrar la más adecuada para un largo período de almacenaje.

La recepción de conos se gradúa hasta la cantidad necesaria para mantener una reserva constante en almacenaje de unas 100.000 libras de semilla, que se calcula que alcanza para satisfacer durante tres años los compromisos oficiales de esta usina.

El rendimiento de semilla se calcula sobre la base de 1 libra (0,453 kg), 0,8 libra (0,362 kg) y 0,5 libra (0,226 kg) por bushel de conos, respectivamente para *P. taeda, P. elliottii* y *P. palustris*.

La semilla así limpiada es vendida por la misma usina privada visitada, a 4,5-5,5 dól./libra para *P. taeda*, 3,75-4,75 dól./libra para *P. elliottii* y 2,25-3 dól./libra para *P. palustris*.

Estudios sobre viveros y prácticas culturales

Referente a este tópico, he visitado detenidamente tres grandes viveros: el Stuart Nursery, cerca de Alexandria, La.; el Ashe Nursery, en Brooklyn, Miss., ambos dependientes del Forest Service, y el Wynesboro Nursery, en Wynesboro, Miss., dependiente de la Forestry Commission del Estado de Mississippi, además de varios otros de menor importancia en otros puntos de Estados Unidos y Canadá. Cada uno de los viveros citados tiene una producción anual que oscila entre 40 y 55 millones de plantitas principalmente de *Pinus elliottii* y *P. taeda*, destinada en uno casos, a proyectos específicos del Gobierno Federal como ser a plantaciones para la Comisión de la Energía Atómica y para el proyecto de control de inundaciones en las cuencas de los ríos Yatzoo y Little Talahatchi en el norte del Estado de Mississippi, para los dos primeros viveros mencionados, respectivamente; y para fomento de plantaciones privadas en el caso del tercer vivero nombrado.

El área de estos viveros ocupada por las almácigas oscila alrededor de 80 a 100 acres o sea entre 32 y 40 hectáreas, contando con mayor superficie para realizar rotaciones de un año, es decir un año bajo producción forestal y otro año con una cobertura de una leguminosa herbácea, usualmente soja o vicia, que luego es incorporada como abono verde para mejorar las condiciones físico-mecánicas del suelo. También se acostumbra agregar un fertilizante comercial, que suele ser aplicado en una sola operación con la siembra.

He podido estudiar el detalle de todas las operaciones que se cumplen en estos viveros, ya sea por observación directa de aquellas tareas cuya ejecución coincidiera con mi visita, o ya estudiando los registros e informes o recibiendo explicaciones ilustradas acerca de todos los restantes trabajos que se desarrollan en un ciclo completo de producción.

La semilla, especialmente la de *P. taeda*, es previamente estratificada en el mes de enero, de acuerdo con las instrucciones que para cada lote de semilla se reciben del Laboratorio de Macon, o según los datos de los ensayos realizados en el mismo vivero.

Es común el uso de aserrín agregado al suelo durante la fase del abono verde en la rotación, incorporándoselo al suelo mediante una disqueada. Otros tipos de abonos, especialmente nitrogenados, son aplicados de acuerdo con el análisis de los suelos que se realiza cada año, a fin de corregir sus deficiencias.

Según los datos del análisis de la semilla y de la expeciencia recogida sobre supervivencia de plantas vigorosas en las almácigas, se siembra la cantidad necesaria para obtener un stock plantable de unas 35 plantitas por pie cuadrado, o sea alrededor de 360 por metro cuadrado, aunque generalmente se agrega una superficie adicional de siembra del 20 % en el caso de *P. elliottii* y del 10 % para las otras especies de pinos.

Tratándose de *P. palustris* que es el único de los pinos del sur, en que la siembra directa en el lugar definitivo resulta más exitosa que la plantación de plántulas, la semilla recibe un tratamiento especial para ser usada en esta forma, a base de Endrin, Arasan o Antraquinona, polvo de aluminio y látex como adhesivo, para prevenir pérdidas por pájaros, roedores, insectos, u hongos, ya que en amplia escala resulta imposible atenderla al igual que se lo hace en las almácigas del vivero.

En los viveros se emplea una serie de productos químicos a fin de controlar diversas plagas y enfermedades que amenazan constantemente el buen éxito de la tarea de producción de plantas. Es así



Ashe Nursery, Brooklyn Miss. Almácigas de « P. tadea ». *Foto A. E. Alonzo*

como antes de la siembra, una vez preparados los canteros para las almácigas se aplica un tratamiento contra los hongos del suelo, insectos, nematodes y malezas, imponiéndose cada vez más el uso, para tal finalidad, del bromuro de metilo que, con una sola aplicación, brinda una eficaz protección contra todos esos factores adversos durante el período crítico de la germinación hasta que las plantitas adquieren vigor y resistencia.

Posteriormente se continúa con el control de otros hongos que provocan serias enfermedades en las plantas adultas, pero que ya inician su ataque en el vivero, tales como: *Cronartium fusiforme* que ocasiona la "roya fusiforme" y *Scirrhia acicola* que produce la "mancha marrón de las agujas", los cuales se controlan eficazmente con pulverizaciones con Fermate o Ferban. Los insectos dañinos y ácaros son combatidos con Dieldrin y Aldrin.

Los suelos de ciertos viveros denotan una marcada deficiencia en hierro que ocasiona una intensa clorosis de las plantitas y hasta la pérdida de almácigas enteras, de no adoptarse medidas conducentes a contrarrestar su efecto. Con tal propósito se usa un producto químico denominado "Iron chellate" que se aplica mediante riegos cuando las plantitas comienzan a mostrarse amarillentas.

En los viveros de la zona central de Lousiana es común su uso en dosis de alrededor de 2-4 libras por acre (2,2-4,4 kg/ha) pero en el Stuart Nursery, donde la pobreza del suelo en hierro es extraordinaria, se ven obligados a usar la enorme dosis de 45 lb/acre (50,4 kg/ha) aplicada en tres riegos con intervalos de una semana, a partir desde que aparecen los primeros síntomas. En las almácigas testigos que no reciben tratamientos, las pérdidas son totales.

En la segunda quincena del mes de noviembre comienza la extracción de las plantitas de las almácigas para su embalaje y despacho. En ciertos viveros como en el Ashe, se practica una poda de raíces previa a la extracción, mediante un tractor equipado con una cuchilla que se hinca en el suelo a 7 pulgadas de profundidad, con lo que se facilita además la extracción. En otros viveros, la poda de la raíz pivotante, también a 7 pulgadas del cuello, se practica luego de la extracción mediante sierra circular sobre unas mesas largas con correa sinfín donde las plantitas son clasificadas. En la clasificación se tiene buen cuidado de separar, para ser destruídas, todas las plantitas que presentan el característico abultamiento fusiforme de la roya.

El embalaje se hace en bultos "standard' de 2000 plantitas cada uno, dispuestas en dos manojos de 1000 en cada extremo con sus raíces hacia la parte central del paquete. La envoltura es de musgo de turbera embebido en agua, que se coloca en contacto con las raíces y externamente un papel especial grueso y muy fuerte, forrado con una composición asfáltica, liándose el todo con dos sunchos de acero que mantienen prensados a los paquetes. Tratándose de *Pinus palustris*, que ocupa mayor volumen por el estado de mata que conserva en los primeros años, los paquetes se hacen de 1000 plantitas.

El despacho se realiza en camiones que, en un par de días a más tardar, entregan las plantitas en los lugares de plantación.

El costo de la producción y distribución de 1000 plantitas, calculado por el vivero Ashe para el año 1959, fue de 5,45 U$S.



Ashe Nursery, Brooklyn Miss. Almácigas de « P. palustris » recién germinado. *Foto A. E. Alonzo*



Ashe Nursery, Brooklyn Miss. Almácigas de « P. taeda ». *Foto A. E. Alonzo*

Prácticas culturales

Relacionado con prácticas culturales, he participado en un estudio conducido en el vivero Stuart por el señor Eugene Shoulders, del Centro de Investigación de Alexandria, consistente en la poda de raíz de los pinos en almácigas para observar su efecto en la plantación posterior. Es un hecho bien conocido que la poda de raíz favorece la supervivencia en la plantación de *P. palustris*, pero se desea estudiar el efecto de dicha práctica también en *P. elliottii* y *P. taeda* y establecer al mismo tiempo cuál es la mejor época para hacerlo, como así también el intervalo que debe mediar entre la operación y la extracción de las plantitas para ser plantadas en lugar definitivo, para obtener los mejores resultados con una sola poda.

Conjuntamente con ello se desea observar el efecto de la poda de raíz sobre el tamaño y calidad del material de vivero.

Con esta finalidad se planeó un ensayo en bloques con parcelas subdivididas (Split plot design), comprendiendo cada bloque 3 parcelas mayores (fecha de extracción) y cada una de éstas 4 tratamientos (4 diferentes fechas de poda de raíz); la interpretación de los datos se hará mediante el análisis de la variance.

Como es lógico, en este y muchos otros experimentos en los que he participado, no he estado el tiempo suficiente para extraer las conclusiones de los mismos, que a veces demandan varios años de observaciones, pero a los efectos del adiestramiento no revisten tanta importancia las conclusiones en sí, como el método y la técnica experimental para encarar ensayos de este y otros tipos.

Con el mismo técnico tuve oportunidad de aplicar el análisis de la variance en otro ensayo consistente en el estudio del efecto de la profundidad de plantación sobre el crecimiento posterior de las plantitas. Para ello se adoptó el diseño experimental de 6 bloques dispuestos al azar con 3 tratamientos en cada uno de ellos: profundidad normal (al cuello de la raíz), profundidad a mitad del tallo, y a la base de la yema terminal.

Aplicado el análisis de la variance, se obtuvo una diferencia significativa a favor del primero de los tratamientos, o sea profundidad normal. Este resultado corresponde al 2º año de edad de las plantas; se continuarán las observaciones con el objeto de comprobar si esa diferencia es definitiva, manteniéndose o acrecentándose en los años sucesivos, o si por el contrario, el crecimiento tiende a emparejarse.

Se aprovechó el mismo experimento para hacer el análisis de variance pero combinando más de un término, para lo cual se examinó la supervivencia expresada en porcentajes, considerando el efecto de las 3 profundidades mencionadas en 3 suelos de diferente calidad: buen suelo, suelo arcilloso (muy húmedo en invierno y muy seco en verano) y por último suelo arenoso. En este caso los resultados del análisis no arrojaron diferencias significativas en cuanto a supervivencia, combinando los datos de las variantes suelo y profundidad de plantación.

Fueron observados también otros ensayos referentes a distancia de plantación en *P. elliottii* y *P. taeda*, en montes de 8 y 10 años de edad en las cercanías de Alexandria, La. Se arribó a la conclusión de que las distancias más adecuadas son las de 6 × 8 pies (1,80 × 2,40 m) y 8 × 8 pies (2,40 × 2.40 m) comprobándose que las más amplias, por



Ashe Nursery, Brooklyn Miss. Obreras extrayendo plantas de almáciga. *Foto A. E. Alonzo*



Cubriendo con polietileno una almácigā tratada con bromuro de metilo. Saint Regis Co. Florida. *Foto A. E. Alonzo*

ejemplo 10 × 10 pies (3 × 3 m), si bien favorecen un mayor desarrollo de las plantas sin requerir raleos hasta esa edad, provocan en cambio la formación de fustes algo torturosos, con muchas ramas difíciles de podar y por consiguiente con muchos nudos. Por el contrario las plantaciones más densas, por ejemplo 4 × 4 pies (1,20 × 1,20 m), resultan demasiado costosas y exigen raleos tempranos, gastos que no se ven compensados por la mejor conformación que se logra de las plantas.

Como se dijo en otro lugar, la siembra directa en lugar definitivo como base de plantación de *P. palustris* da en ciertos casos mejores resultados que la plantación de material de vivero, pero encierra muchos riesgos derivados principalmente del intenso ataque de la "mancha marrón" de la hoja, producida por el hongo *Scirrhia acicola*, que en los viveros puede controlarse con eficacia. En un experimento realizado en la Palustris Experiment Station cerca de Alexandria, La., se procedió a sembrar *P. palustris* en un campo inculto y a los dos años se quemó el campo para controlar la "mancha marrón". En el tercer año después de la siembra, observé los resultados encontrando gran cantidad de plantitas, aún en estado de mata que es una característica muy particular de este pino, pero luciendo gran lozanía, pues es muy conocida la resistencia al fuego de esta especie. Interesante fue observar también que en el mismo campo había una pequeña plantación experimental de *P. elliottii* y *P. taeda* de 3 años de edad en filas alternadas de ambas especies, y que el *P. elliottii*, si bien había sido afectado por el fuego, estaba en vías de recuperarse con pérdidas mínimas, mientras que en las filas de *P. taeda* se observaban pérdidas totales.

Referente también a sistemas culturales, se están

llevando a cabo interesantes estudios sobre métodos e intensidad de raleos en plantaciones de pinos del sur, especialmente en los centros de investigación de Crossett, Ark. por parte del señor R. R. Reynolds, y de Macon, Ga., por el señor Ernest Brender. Los objetivos de estos estudios en el centro de investigaciones nombrado en último término son: *a*) determinar el crecimiento y rendimiento resultantes en parcelas raleadas a dos amplias categorías de área basal residual del monte remanente por medio de: raleo de filas, corta según diámetros límites y corta selectiva; *b*) determinar el crecimiento y rendimiento resultante de la aplicación del método de raleo D + 6; *c*) determinar cómo el sitio de calidad influye sobre el crecimiento y rendimiento según el método de corta; *d*) obtener una expresión de los costos relativos a la extracción por cortas simétricas en comparación con corta selectiva.

Para ello se están estudiando los datos que van obteniéndose de los siguientes ensayos, según métodos de raleo:

1) Raleo por filas: en 4 parcelas se extraen filas alternadas (50 % del área basal inicial); en 4 parcelas se extrae cada tercera fila (66 % del área basal inicial);

2) Corta selectiva: en 8 parcelas se practican cortas de variada intensidad para comparar con el tratamiento anterior. El raleo es esencialmente por lo bajo, es decir favoreciendo los mejores árboles y removiendo todos aquellos indeseables o que se hallan en exceso;



Cubriendo con polietileno una almáciga tratada con bromuro de metilo. Saint Regis Co. Florida. *Foto A. E. Alonzo*



Ashe Nursery, Brooklyn Miss. Almácigas tratadas con bromuro de metilo y cubiertas con polietileno. *Foto A. E. Alonzo*

3) Diámetro mínimo de corta: raleo por lo alto. En 8 parcelas se hacen cortas a varios diámetros mínimos para alcanzar valores de área basal residual correspondientes en magnitud a los de raleo por filas.

4) Diámetro máximo de corta: raleo por lo bajo. En 8 parcelas se procede a cortas a varios diámetros máximos como límite hasta alcanzar áreas basales residuales correspondientes en magnitud a las de raleos por filas.

5) Aplicación de la regla de raleo D + 6. En 4 parcelas se estima el diámetro promedio de los árboles a dejar; a él se le suma el número 6 para obtener en pies el espaciamiento promedio de los árboles a dejar.

Al final del 5º año se repite la toma de las mismas medidas, y los resultados de los tratamientos serán analizados desarrollando una ecuación de regresión del tipo:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \ldots + b_nx_n$$

donde la variable dependiente Y puede ser crecimiento en volumen en pies cúbicos, crecimiento de área basal, etc. La variable independiente X incluirá el área basal residual, índice de sitio de calidad, etc.

En el Centro de Investigaciones de Oxford, Miss. he observado los trabajos y estudios que están realizando los técnicos señores John Thames, Stanley Ursic, Douglas McClurkin y otros, relacionados con el proyecto de prevención de inundaciones en las cuencas de los ríos Yazoo y Little

Tallahatchie, en base a coberturas herbáceas y plantaciones forestales especiales. La principal misión de este Centro es la prevención de la erosión hídrica y el estudio del control de sus efectos en relación con las plantaciones forestales para determinar las mejores especies y los mejores sistemas de plantación para alcanzar ese objetivo.

Los mejores pastos y legumbres han resultado ser: *Andropogum sp., Festuca elatior arundinacea, Lotus major, L. uligonosus, Panicum virgatum, Trifolium repens*, todos perennes; los bienales *Bromus catharticus, Hyparrhenia rufa* y el anual *Crotalaria lanceolata.*

En cuanto a las plantaciones forestales, han demostrado ser más efectivas las coníferas que las latifoliadas, y entre las coníferas la especie que mejor resultado dio ha sido el *P. taeda.*

De acuerdo con las conclusiones prácticas de estos estudios, se obtendrá el mejor éxito en las plantaciones para control de la erosión hídrica en Mississippi Central Norte y en el Oeste de Tennessee, cuando:

a) se use *P. taeda* (Loblolly pine);

b) se establezca la plantación en suelos cuyo perfil contenga algo de horizonte humífero;

c) se establezca la plantación en suelos de por lo menos 18" (45 cm) de profundidad (para el desarrollo radicular);

d) se establezca la plantación en suelos con buen drenaje interno (para mejor desarrollo y mayor producción de hojas que al



Ashe Nursery, Brooklyn Miss. Almácigas tratadas con bromuro de metilo y cubiertas con polietileno. *Foto A. E. Alonzo*



Stuart Nursery. Almáciga de « Pinus elliottii » mostrando los efectos de deficiencia de hierro. *Foto A. F. Alonzo*

caer se incorporan al suelo mejorando sus condiciones físico-mecánicas);

e) se establezca la plantación en suelos de textura mediana a liviana.

Era de notar un buen efecto de control en aquellas parcelas donde la plantación ya alcanzaba una altura de 10 a 30 pies (3 a 9 m) de alto, de buen vigor y 70 a 75 % de superviviencia. En general se estaban reproduciendo y estaban siendo invadidas por especies que requieren sitios de relativamente alta calidad. En cambio el control era deficiente o nulo en las parcelas de menos de 5 pies (1,50 m) de altura y de pobre vigor; en ellas no se observaba reproducción y estaban siendo invadidas por especies que muestran una amplia tolerancia a los sitios de calidad y atacadas por enfermedades y pestes.

En este centro de investigaciones también se llevan a cabo interesantes estudios relacionados con las vertientes, a fin de determinar la cantidad y proporción de escurrimiento y las pérdidas del complejo de cobertura del suelo en los bosques y en tierras potencialmente forestales.

Con esta finalidad se ha procedido a la instalación del instrumental especial necesario en tres zonas perfectamente delimitadas, que constituyen el comienzo de una serie más amplia de estudios tendientes a obtener un conocimiento lo más completo posible acerca de este tipo de erosión, y de todos los factores y efectos que de una u otra manera están relacionados con él, para poder ejercer un control eficaz del fenómeno. Es así como se realiza por medio del Servicio de Conservación de Suelos, un estudio completo de los suelos afectados, midiendo luego con la máxima exactitud el escu-

rrimiento superficial de agua expresado en distintas medidas como ser: pies cúbicos por segundo, pulgadas por hora y, para comparar con áreas extensas, en pies cúbicos por segundo y por milla cuadrada; también se lo expresa como un por ciento de la precipitación Estos datos son registrados gráficamente en cartas curvilíneas, por medio de instrumentos instalados en los mismos vertederos. Las pérdidas de suelo son expresadas en libras por acre sobre peso seco al horno.

Unidades especiales de fibra de vidrio son usadas para obtener registros continuos de temperatura y humedad del suelo a profundidades representativas de un perfil completo hasta 1,50 m.

En cuanto a la técnica de plantación forestal, he observado y practicado en la Harrison Experiment Forest dependiente del Instituto de Genética Forestal de Gulfport, la plantación manual de plántulas de *P. elliottii* y *P. taeda* a raíz desnuda, mediante el uso de la clásica "planting bar", especie de pala maciza de hoja plana y angosta que se hinca en el suelo presionando con el pie sobre un pedal que sobresale lateralmente.

Durante mi visita al establecimiento de Hodges Industries en Many, La. he observado también la plantación mecánica que se lleva a cabo mediante una máquina plantadora de tipo común tirada por un tractor. En el establecimiento visitado había 4 de estos equipos que rinden un trabajo de unas 9.000 plantitas por unidad plantadas en 8 horas de labor, estando cada equipo servido por dos hombres, uno en el tractor y otro en la máquina plantadora. Según las circunstancias, al tractor se le adapta una hoja de acero frontal, convirtiéndose



Ashe Nursery, Brooklyn Miss. Podando raíces en almácigas, con cuchilla montada sobre tractor, previamente a la extracción de las plantitas. *Foto A. E. Alonzo*



Oxford Miss. Efectos de la erosión hídrica en la cuenca de los ríos Yazoo-Little Tallahatchie. *Foto A. E. Alonzo*

en una topadora, mediante la cual se va extirpando toda vegetación arbustiva que se va encontrando en la línea de plantación.

Cuando la vegetación natural es demasiado fuerte para ser extirpada en esta forma, debe necesariamente procederse a la plantación manual, usándose productos químicos para eliminar a los arbolitos indeseables, tales como ciertos *Quercus* sp., *Acer* sp., etc. Los productos químicos más empleados son 2,4,5,-T o cristales de Ammate, que se aplican en 3 ó 4 puntos alrededor de la base del tronco de la planta, trasponiendo la corteza mediante el uso de una barra de inyección en cuyo extremo posee una cuchara de filo muy agudo que, al aplicarla por medio de un golpe, penetra la corteza accionando a la vez una válvula que deja salir la dosis necesaria del producto herbicida. Como la planta así tratada permanece aún en pie durante un par de años más, sirve para brindar cierta protección contra la excesiva insolación a las pequeñas plantitas de pino.

Enfermedades y pestes insectiles

Los pinos del sur de los Estados Unidos son atacados por diversas enfermedades e insectos que crean serios problemas económicos, debido a las cuantiosas pérdidas que ocasionan en las plantaciones. Uno de los principales objetivos de los planes de mejoramiento de estas especies, es precisamente la obtención de individuos resistentes a estos factores adversos.

Una de las enfermedades más importantes es la "roya fusiforme" causada por el hongo *Cronartium fusiforme*, que provoca la formación de abultamientos ahusados fácilmente distinguibles en tron-

cos principales y ramas de plantas de cualquier edad, principalmente en *P. elliottii* y *P. taeda*, que son altamente susceptibles, mientras que *P. palustris* es resistente y el *P. echinata* es considerado inmune a esta enfermedad, aunque es susceptible a otra "roya" producida por *Cronartium cerebrum*.

En la primavera los abultamientos se cubren de ampollas que, al reventar, dejan en libertad a las esporas del hongo que se asemejan a un polvo anaranjado que el viento transporta fácilmente, infectando a diversas especies de robles (*Quercus nigra, Q. laurifolia* y *Q. phellos*). Sobre las hojas de estos huéspedes intermediarios, completa el hongo su ciclo biológico, para ir a infectar a nuevas plantas de pinos.

Esta enfermedad provoca feas deformaciones en las plantas huéspedes que retardan notablemente su desarrollo, desvalorizándolas para cualquier uso a las que se las quiera destinar. No resulta mortal mientras afecte sólo a las ramas, pero como el abultamiento crece indefinidamente mientras las ramas se hallen vivas, muy a menudo alcanza al tronco principal y en ese caso producirá la muerte de la planta.

La enfermedad puede ser controlada en los viveros mediante la aplicación de diferentes productos químicos, tales como caldo bordelés (4-4-50), Fermate o Zerlate.

Relacionado con esta cuestión, colaborando con el señor Glen Snow, del Instituto de Genética Forestal de Gulfport (Miss.), participé de un ensayo que se llevó a cabo en un vivero privado de la fir-



« Pinus elliottii » de dos años plantado bajo latifoliadas tratadas con 2,4,5,-T para exterminarlas
Hodges Industries, Many, La. *Foto A. E. Alonzo*



Bogalusa, La. «Pinus elliottii» de 11 años, mostrando severo ataque de «roya fusiforme». *Foto A. E. Alonzo*

ma L. N. Dantzler Lumber Co. a unos 25 km al norte de Gulfport. El ensayo consistía en la comparación de la eficacia de diferentes productos químicos en el control de la roya fusiforme en las almácigas de *P. elliottii*, habiéndose diseñado en cuadrado latino con 6 repeticiones. Los tratamientos ensayados fueron: caldo bordelés, Ferban, Zineb, Allied Chemical G. C. 2446, Rohm Haas y una parcela testigo sin tratamiento. Las plantitas fueron extraídas en diciembre y clasificadas en enfermas y sanas, según presentaran o no la característica hinchazón que en las plántulas aparece generalmente en el cuello de la raíz. Los datos serían analizados por el método de la variance.

En las plantas adultas, en plantaciones o bosques naturales, se recomienda la erradicación de los árboles atacados, comenzando el raleo por aquellos que presentan el abultamiento en el tronco y siguiendo por los que, teniéndolos en las ramas, los presentan en posición más cercana al tronco. A veces no es posible extirpar a todos los árboles enfermos, pues se ralearía demasiado el bosque, aumentando el peligro de nuevas infecciones.

En Louisiana y Mississippi he tenido oportunidad de visitar grandes plantaciones de *P. elliottii* y *P. taeda*, con más del 50 % de las plantas atacadas por la "roya fusiforme".

En los viveros se toma especial cuidado en la clasificación de las plantitas que se despachan, eliminando todas aquellas que presenten los típicos síntomas de la enfermedad.

Más adelante veremos la importancia que se atribuye a esta y otras enfermedades en los programas de mejoramiento.

Otra enfermedad de gravitación económica es la "mancha marrón de las agujas" producida por el hongo *Scirrhia acicola*, que ataca con preferencia a plántulas y plantas jóvenes de *P. palustris* y en cierta proporción también al *P. taeda*. Forma manchas circulares de color marrón en las acículas bajas de esos pinos, provocando repetidas defoliaciones que retardan el crecimiento, pudiendo llegar a matar a la plantita en ataques severos. En los viveros puede controlarse mediante aplicaciones de una fórmula 4-4-50 de caldo bordelés cada dos semanas. En las plantaciones y en reproducción artificial se recomienda el uso del fuego controlado.

Otras enfermedades de menor importancia son: "roya de las agujas" (*Cleosporium sp.*) que ataca a los pinos de dos y tres agujas; "cancro resinoso" (*Fusarium lateritium* f. *pini*); "roya del cono" (*Cronartium strobilium*); "roya de agalla del Este" (*Cronartium cerebrum*) que, entre otros pinos de menor importancia, ataca también a *P. echinata* y que al igual que en el caso de "roya fusiforme", el hongo necesita también un huésped intermediario representado por varias especies de robles; "enfermedad del acortamiento de la aguja" (Little leaf disease) que ataca principalmente a *P. echinata* y en pequeña proporción a *P. taeda*, ocasionando fuertes pérdidas de madera anualmente y que se la relaciona con una deficiencia de nitrógeno aunque parece también estar vinculada a la presencia del

hongo *Phytophthora cinnamomi.* Otra es la "fomosis" (*Fomes annosus*) que provoca la podredumbre en las raíces de plantas adultas.

En las almácigas las principales enfermedades que se presentan son: "damping off" (*Fusarium, Rhyzoctonia, Pythium*) y la "podredumbre negra de la raíz" (*Sclerotium, Fusarium*), que pueden provocar serias pérdidas si no se toman precauciones, pero que se controlan con relativa facilidad mediante el empleo de bromuro de metilo.

El doctor Alfred Foster del centro de investigaciones de Macon (Ga.) me explicó y dio una amplia ilustración acerca de estas enfermedades y su control, realizando a tal efecto una gira en la que fue posible observar las más importantes de estas enfermedades.

Así como se estudian estos hongos nocivos que provocan enfermedades y serios daños, se presta también gran atención al estudio de otros hongos benéficos que viven en mutualismo con las raíces de los árboles, constituyendo esa asociación especial conocida con el nombre de *micorrizas* que favorecen el desarrollo de las plantas que las llevan. En Gulfport colaboré con el señor Gene Namkoong en la búsqueda de micorrizas en los árboles plantados en un pinetum joven, con el objeto de iniciar estudios sobre las relaciones simbióticas hongo-pino y la posibilidad de mejorar el comportamiento de ciertos pinos exóticos mediante inoculación al suelo de los hongos correspondientes, como así también ensayar, mediante el mismo procedimiento favorecer el desarrollo de pinos que crecen en suelos pobres.

En el centro de investigaciones de Athens, Ga. el doctor Bratislaw Zak me explicó y mostró los interesantes estudios que está llevando a cabo referentes a las micorrizas, habiéndose comprobado que los hongos provocan un mayor desarrollo de las raicillas aumentando por consiguiente su superficie de absorción y que esto sería debido a la producción, por parte de los hongos, de ácido indolacético que es una auxina que favorece el desarrollo, llegándose a reproducir el mismo efecto mediante la adición de cierta cantidad de dicho ácido.

Se encontró que muchos diferentes hongos forman las micorrizas en los cuatros grandes pinos del sur de los Estados Unidos pero que al parecer, el principal de ellos es *Clitocybe laccata*, encontrado en las cuatro especies. Otros hongos frecuentes son: *C. tabescens, Cortinarius albidi, Lactarius* sp., *Lycoperdum* sp., *Pisolithus tinctorius, Boletus betula, B. communis, B. rubropunctus*, etc. Todos ellos viven usualmente en medio de moderada acidez, con pH 5,5-6 y los suelos de esa parte del Estado de Georgia presentan precisamente ese tenor de acidez.



Bogalusa, La. « Pinus elliottii » mostrando severo ataque de « roya fusiforme ». *Foto A. E. Alonzo*

Resulta curioso observar cómo en una caja de Petri donde se ha hecho un cultivo de *Trichoderma viride*, un hongo benéfico del suelo, y graduando el pH por medio de una corriente eléctrica que se hace pasar a través del medio de cultivo, la proliferación del hongo sigue una curva de distribución de acuerdo con el pH, obteniéndose la altura máxima de la curva, como si se tratara de un diagrama, en la zona de pH 6 a 6,5.

En este centro de investigaciones, el doctor Zak y colaboradores, están intensificando el estudio de todo lo relacionado con este interesante grupo de hongos, para llegar a conocer con certeza la función que cumplen en el desarrollo de las plantas.

En cuanto a pestes insectiles que afectan mayormente a los pinares que más nos interesan, que son los del sur, deben citarse en primer término a los taladros o "beetles" representados por tres especies particularmente dañinas, a saber: *Dendroctonus frontalis, D. terebrans* e *Ips* sp. Están muy difun-



Brote terminal de « P. taeda » atacado por « polilla del brote » o « tip moth » (« Rhyacionia frustrana »). *Foto A. E. Alonzo*

didos y sus ataques parecen ser más intensos en los períodos de sequía y en los ejemplares de mayor edad y menos vigorosos, ocasionando serias lesiones en la corteza y en el cambio de los árboles, en forma de surcos o galerías que interfieren sus funciones vitales hasta provocarles la muerte.

Otro insecto muy difundido especialmente en *P. elliottii* y *P. taeda* es la "polilla del brote" (*Rhyacionia frustrana*) que, al atacar insistentemente los brotes terminales de esos pinos, les ocasiona feas deformaciones atrasando el crecimiento y desvalorizando comercialmente a las plantas.

Mejoramiento de pinos

Este tópico conjuntamente con su similar correspondiente a álamos, constituye el motivo central de la beca cumplida y me fue dable observar su aplicación y, en muchos aspectos, practicarlo personalmente en casi todos los centros de investigación visitados, especialmente en Alexandria, La.; Instituto de Genética Forestal de Gulfport Miss.: Macon, Ga.; Escuela Forestal de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, en Raleigh; Instituto de Genética Forestal de Placerville, Cal.; Instituto de Química del Papel en Appleton, Wisc.; Estación Experimental de Petawawa en Chalk River, Ontario; Estación Experimental de Maple, Ontario. Claro está que los trabajos que se llevan a cabo en zonas de tan diferentes condiciones ecológicas se refieren también a distintas especies forestales, pero todos me han resultado de gran valor, pues las técnicas, con ligeras variantes o adaptaciones, pueden ser aplicadas a las esencias más interesantes para nuestra región del Delta.

Desde este punto de vista me han resultado de particular interés los trabajos que vienen desarrollándose en las Estaciones Experimentales del Sur y Sudeste por tratarse de especies de aplicación directa en el Delta, cuales son *P. elliottii* y *P. taeda* y otras cuya introducción ha de ensayarse, en virtud de que puede preverse una buena aclimatación.

Origen geográfico de las semillas

El primer paso para el mejoramiento y al que se le confiere cada vez mayor importancia y se lo aplica con mayor rigor, es la correcta selección de los árboles semilleros. En Estados Unidos consideran que en las primeras plantaciones realizadas 15 ó 20 años atrás se cometió el grave error de prescindir de la selección de las plantas progenitoras y del origen geográfico de la semilla. Las consecuencias de esta política irracional se palpan en la actualidad al observar los resultados obtenidos de esas profusas plantaciones, constituídas en gran proporción por plantas de pobre desarrollo y conformación y, por añadidura, muy susceptibles a enfermedades e insectos.

De allí la extraordinaria importancia que en todos los planes de forestación se le da hoy a la selección de las plantas semilleras y por ende de la semilla, con el objeto de mejorar la calidad promedio de los montes resultantes.

Un aspecto de la selección que más énfasis merece en los estudios que se están realizando, es el referente al origen geográfico de la semilla. Se considera que la influencia del ambiente ha determinado la creación de formas o razas geográficas, cuya correcta selección para una zona particular es decisiva para el buen éxito de la plantación, de acuerdo con los resultados de los ensayos realizados y de los que se vienen realizando cada vez en forma más profusa.

Las mayores diferencias entre plantas provenientes de semillas de distintas fuentes geográficas, co-

mo es lógico, se observa en aquellas especies cuya área de difusión natural es más extensa, como es el caso de *P. echinata* y *P. taeda*, entre los pinos del sur.

Uno de los técnicos de Estados Unidos que está estudiando con mayor profundidad este problema es el señor Philip Wakeley de la Southern Forest Experiment Station, autor del libro "*Planting the Southern Pines*" y reconocido como una de las más altas autoridades en el conocimiento de los problemas que afectan a los pinos del sur de los Estados Unidos. He tenido oportunidad de visitar con él, varios de los muchos ensayos que conduce en una amplia zona del sur y sudeste, abarcando la mayor extensión de las áreas de difusión de los principales pinos meridionales, sosteniendo muy provechosas discusiones sobre los resultados que hasta el presente íbamos observando y que de ninguna manera son definitivos. En opinión del señor Wakeley aún es demasiado prematuro extraer conclusiones de estos ensayos por tratarse en su mayoría, de estudios muy recientes, ya que el 53 % de los mismos sólo han alcanzado 5-6 años de plantación y aún en los ensayos más antiguos se observan todavía variaciones de un año a otro en sobrevivencia y crecimiento de las plantas, afectados principalmente por "mancha marrón de la hoja", "roya fusiforme" y "polilla del brote". El objetivo de estos estudios es llegar a determinar exactamente en un mapa, las zonas más convenientes para la cosecha de las semillas que han de originar el material para ser plantado en una zona particular.

El aspecto fundamental de estos estudios consiste en la realización de ensayos comparativos de crecimiento, calidad, resistencia a enfermedades e insectos, etc., dentro o en las cercanías de una determinada fuente de semilla, confrontando el resultado de la semilla de esa fuente con el de la semilla de otros varios orígenes más o menos alejados, correspondientes a la misma especie.

Una de las conclusiones más importantes obtenidas hasta el presente, sobre todo desde el punto de vista económico, es la evidencia de variaciones raciales respecto de la susceptibilidad a la "roya fusiforme" encontradas en *P. taeda*. Posteriores observaciones y análisis arrojarán luz sobre la magnitud de la influencia de diversos factores como latitud, longitud, elevación, temperatura, lluvias anuales y estacionales, extensión de la infección de roya y distancia de la plantación a la fuente de origen de la semilla.



Bogalusa, La. Ensayo de proveniencia de semilla en «P. taeda». Las plantas más gruesas en la fila derecha, provienen de semilla local. *Foto A. E. Alonzo.*

El análisis de las observaciones realizadas hasta ahora en los ensayos de *P. taeda* en Mississippi, denotan a los 5 años una regresión negativa de la altura promedio de las plantas sobre la latitud de la fuente de origen de la semilla, pero el mismo Wakeley cita para ensayos en Maryland una fuerte regresión positiva del promedio de altura a los 5 años sobre la latitud de la fuente de origen de la semilla. Ello indicaría para este caso, y al menos hasta la edad de 5 años, que para el factor altura de la planta el origen geográfico más conveniente es el que corresponde al más cercano al lugar de la plantación. Otros estudios realizados en Florida hacen presumir concordantemente que el fotoperiodismo y la temperatura afectan las relaciones de alturas mostradas por *P. taeda* en la misma serie de ensayos.

Igualmente se ha comprobado, de acuerdo con observaciones de Wakeley, que las infecciones de "roya fusiforme" parecen estar más claramente correlacionadas con la longitud que con la latitud, encontrándose mayor infección a medida que se progresa hacia el este, partiendo del límite occidental, en Texas, del área de difusión de *P. taeda*.



Hodges Industries, Many, La. Ensayo de proveniencia de semilla en « P. echinata ». Los árboles más desarrollados corresponden a semillas de origen meridional. *Foto A. E. Alonzo.*

Si bien *P. elliotti* y *P. palustris* tienen áreas de difusión más restringidas, en los estudios que se están conduciendo se observa cierta variabilidad atribuible al origen geográfico de la semilla.

En Bogalusa, al sur de Louisiana, visité con el señor Wakeley sus ensayos comparativos de proveniencia de semilla de mayor antigüedad que se registran, plantados en propiedad de la Gaylord Container Corporation y que aún se hallan bajo observación. Fueron iniciados en 1926-27 con plantas de semillas provenientes de varias fuentes geográficas, comprobándose fehacientemente la existencia de diferentes razas geográficas aun dentro de la mitad austral del área de difusión del *P. taeda.* Se encontraron diferencias en tamaño del árbol, volumen de madera producida y susceptibilidad a la "roya fusiforme", aunque no hubo diferencias significativas en cuanto a sobrevivencia. A los 22 años de edad las parcelas integradas con plantas de semillas provenientes de un radio menor de 80 kilómetros del lugar de plantación manifestaron una producción en pulpa de madera comerciable 1,8 a 2,7 veces superior a otras parcelas cuyas plantas se originaron en semillas cosechadas 560 a 720 kilómetros del sitio de plantación.

En *P. elliotti* y *P. palustris,* plantados en el mismo lugar de los ensayos, se observan también ciertas diferencias en favor de las parcelas con plantas provenientes de semilla local, aunque no tan marcada como en el caso anterior, por tratarse de fuentes geográficas más cercanas al sitio de plantación, en virtud de la menor amplitud de sus áreas de difusión.

En Many, La., en propiedad de Hodges Industries, cerca de la frontera con Texas, observé otro ensayo de proveniencia de semilla, conducido por el señor Wakeley en cooperación con la citada firma, donde se comprueba, en *P. echinata* de muy diverso origen geográfico, que hasta los 7 años de edad se mantiene una notoria preeminencia en crecimiento y sobrevivencia, de las plantas procedentes de semillas del sur, con respecto a las de origen septentrional.

En Prescott, al sur de Arkansas visité con el señor Hoy Grigsby de la Estación Experimental de Crossett, Ark., otro ensayo sobre fuente geográfica de semilla en *P. taeda,* llevado a cabo en cooperación entre la Estación Experimental Forestal de Crossett, Ark. y la Ozan Lumber Co. en propiedad de ésta. En este ensayo de 5 años de edad se estaba observando el comportamiento de plantas de *P. taeda* plantadas en parcelas en bloques distribuídos al azar, procedentes de 36 diferentes orígenes geográficos. Hasta el momento parecía ser la mejor fuente geográfica la correspondiente al sur del Estado de Louisiana (Bogalusa), demostrando las

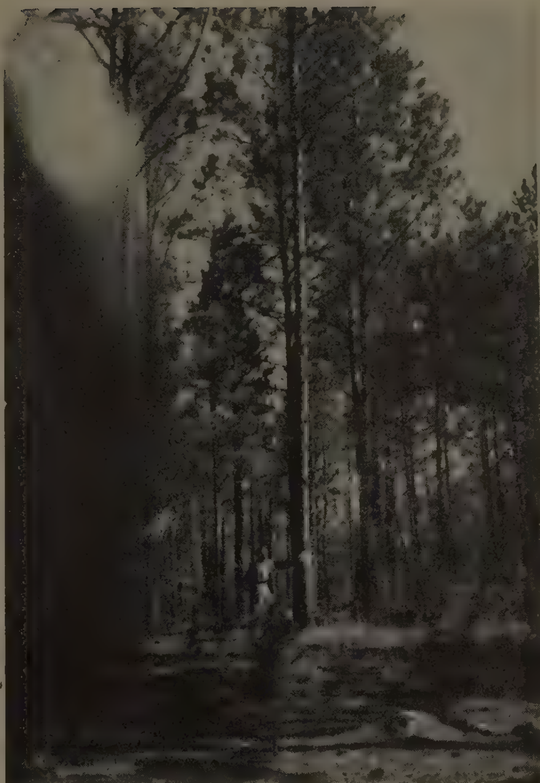


Lake City, Fla. Ensayo de progenie de « P. elliottii », 15 años *Foto A. E. Alonzo*

plantas mejor desarrollo y resistencia a las enfermedades.

Con el señor John Barber, genetista del Centro de Investigaciones de Macon, Ga., visité otros dos importantes ensayos referentes a la influencia del origen geográfico de la semilla en *P. taeda.* Ambos estudios se realizan en forma cooperativa, en un caso con la Ida Cason Callaway Foundation, cerca de Pine Mountain, al oeste de Georgia y el otro con la Georgia Kraft Co., en las inmediaciones de Macon. Se ensayan 18 diferentes orígenes geográficos, de los cuales corresponden 14 a Georgia, representando sus tres principales regiones fisiográficas: de las llanuras de la costa, de los montes bajos y del Piedmont; 3 orígenes de Florida y 1 de Arkansas. Si bien no se observan importantes variaciones en cuanto a desarrollo, resulta llamativa la extraordinaria diferencia que denotan en resistencia al ataque de "roya fusiforme", manifestando un notablemente mejor comportamiento en este aspecto, la raza geográfica de Arkansas, que muestra un 80 % de plantas libres de ataque, mientras que en las otras razas sólo se observa de un 25 a 40 % de plantas libres.

Todos estos y muchos otros ensayos de esta naturaleza demuestran la enorme importancia que le confieren en los Estados Unidos al origen geográfico de la semilla y las consecuencias que de este hecho debemos extraer para nuestras plantaciones en el Delta, tema que abordaré en un capítulo posterior.



Ida Cason Callaway Foundation, Pine Mountain, Ga. Un « P. elliottii » selecto. *Foto A. E. Alonzo*



Crosset, Ark. « P. taeda » de 35 años, selecto para árbol semillero en los bosques de la Crosset Paper Co. *Foto A. E. Alonzo.*

Pero si bien las observaciones realizadas demuestran la notable influencia del origen geográfico de las semillas, las conclusiones no son aun definitivas en cuanto a la magnitud de esta influencia, pues resulta sumamente difícil predecir lo que ocurrirá en un plazo de muchos años. Pero estos estudios pueden dar la pauta para hallar una correlación entre el comportamiento de la planta en su estado juvenil y el que manifestará en edad madura.

Selección de árboles superiores

Tanto en los montes naturales como en las plantaciones artificiales es dable observar en la total población, un notable grado de variabilidad entre los individuos, consecuencia, en parte, de su cons-



Diferencia de copas de dos « P. palustris ». El de copa angosta tiene forma más deseable. *Foto. A. E. Alonzo*

titución genética heterocigota. Esta variable población puede ser representada mediante la clásica curva de distribución normal o binomial que presenta un pico máximo en la parte media donde concurren los mayores grupos de frecuencia correspondientes a los individuos que representan el término medio de la masa.

Recorriendo detenidamente los montes es posible encontrar árboles que se destacan del promedio por su mayor desarrollo y por reunir otras características deseables.

Estos ejemplares aparecen sólo en una mínima proporción y vendrían a ocupar el extremo derecho de la curva de distribución y en términos genéticos se los denomina árboles superiores o árboles "plus", siendo motivo de minuciosa selección con el objeto de mejorar la calidad normal de la semilla a cosechar y por consiguiente de los futuros montes a implantarse.

De acuerdo con los estudios que se están realizando se espera que una consecuencia lógica del uso constante de semilla de alta calidad, proveniente de árboles selectos será el traslado paulatino de la cúspide de la curva de distribución normal de la población forestal, más hacia la derecha, es decir, que el término medio de la población acusará un mayor rendimiento y calidad.

En la Estación Experimental de Harrison, dependiente del Instituto de Genética Forestal de Gulfport, he asistido a una reunión de los técnicos de los centros de investigaciones de la Southern Experiment Station y de la Región 8ª del sudeste de los Bosques Nacionales, que discutieron la conducción de los planes de mejoramiento forestal. Uno de los temas tratados fue precisamente el referente al criterio que debe seguirse para la más correcta selección de árboles superiores. A este paso fundamental del mejoramiento de árboles se le confiere una importancia extraordinaria y mucho se ha discutido acerca de la unificación del criterio de selección, no obstante lo cual son varios los sistemas que prevalecen en distintas zonas del país, que son aplicados ya sea por dependencias oficiales o por compañías privadas.

Los sistemas más importantes son los aplicados por los Servicios Forestales de Georgia, Carolina del Norte, Florida, Texas y por la International Paper Co., basándose la mayoría de ellos en la clasificación de las principales características como ser: altura, volumen, copa estrecha, rectitud del tronco, buen desrame natural, diámetro de las ramas, ángulo de inserción de las ramas con el tronco, edad, peso específico de la madera y buen estado sanitario. Respecto del ángulo de inserción de las ramas, se buscan árboles con dicho ángulo lo más recto posible pues la forma fastigiada no es deseable por originar ramas más fuertes, difíciles para desramar, grandes nudos y madera de compresión. A cada característica se le asigna un puntaje y un árbol para ser seleccionado debe superar un puntaje general mínimo que, generalmente, es muy alto, por cuya razón una pequeña proporción de individuos examinados pasará a integrar la categoría de los árboles "plus". Ello obliga a recorrer extensas zonas de bosques para dar con esos tipos de árboles superiores y éstos se eligen siempre a edad madura, entre 30 y 60 años y en comparación con los individuos adyacentes para evitar el error de apreciación que introduciría la circunstancia de estar comparando distintas calidades de sitio.

Pese a todos los sistemas numéricos establecidos, gran parte del éxito de la selección descansa en el seleccionador que debe poseer amplia experiencia y buen criterio para apreciar las diversas cualidades de los árboles que tiene frente a

sí, convirtiéndose el sistema de puntaje en un útil auxiliar del técnico y no en la base absoluta de la selección.

En la aludida reunión técnica de la Estación Experimental de Harrison se hizo una demostración práctica de selección de árboles superiores en un monte natural de *P. elliottii* donde anteriores seleccionadores ya habían marcado a ciertos individuos, que a su juicio reunían las condiciones para ser elegidos. Se suscitaron interesantes discusiones sobre el criterio adoptado y los resultados que se obtendrían con la aplicación de los diversos sistemas. Se llegó a la conclusión que los resultados son muy similares existiendo un pequeño por ciento de árboles selectos según algunos de los sistemas cuya aceptación por los otros métodos originaría discrepancias; idéntica situación existe para el caso de descarte de plantas.

Cualquiera sea el sistema usado, el árbol elegido reúne una serie de condiciones que lo destacan sobre el resto de la masa. La característica fundamental y la más visible a la vez, es la del mayor crecimiento alcanzado y como la selección se hace sobre árboles maduros y en pleno vigor, esta cualidad va generalmente unida a un buen estado sanitario. La selección para crecimiento se realiza, como es lógico, entre los árboles que componen el estrato dominante de la masa, buscándose individuos cuyo desarrollo sea en cierta medida, ya en porcentaje o en términos estadísticos expresados en desviaciones típicas, superiores al promedio de la masa. En otros casos pueden buscarse preferentemente otras características como ser resistencia a "roya fusiforme" o a otra enfermedad, con el propósito de transmitir tal carácter mediante cruzamientos controlados, pudiendo ocurrir que el individuo buscado no se encuentre en el estrado dominante. Otras veces, el rendimiento en resina puede ser la característica deseada y en tal sentido se orienta la búsqueda que debe hacerse sobre la base de pruebas de resinación.

En los montes, propiedad de la Crossett Paper Co. en Crossett, Ark., he recorrido los bosques de *P. taeda* donde el técnico de la compañía, señor Richard Kennedy con la asistencia del señor Hoy Grigsby del Centro de Investigaciones de Crossett, seleccionó una serie de árboles sobresalientes en diferentes lotes de 35 años de edad, que son utilizados como plantas semilleras y proveedoras de gajos para propagación vegetativa.

En estos montes que tienen una extensión total de 220.000 hectáreas, la compañía ejecuta cada diez años una corta de beneficio o raleo, extrayendo las plantas inferiores y mejorando progresivamente la calidad del bosque.

Ensayos de progenie

La única base en que se apoya el seleccionador para elegir a los árboles superiores, es el aspecto externo de los mismos, o sea su fenotipo. Nada se conoce acerca de su genotipo o constitución genética, por cuyo motivo se hace necesario estudiar su descendencia o progenie para alcanzar una apreciación más exacta del verdadero valor de la planta madre.

Como los diferentes árboles que se seleccionan se encuentran esparcidos en vastas extensiones, hallándose separados a veces por grandes distancias y sometidos a condiciones ambientales que, en mayor o menor grado, inciden en la manifestación de sus características exteriores, un primer paso muy ilustrativo para tener una idea comparativa del valor de sus genotipos, consiste en propagarlos por algún procedimiento agámico, preferiblemente por enraizamiento de trozos de la planta madre (estacas, enraizamiento aéreo) y colocarlos a todos en un mismo ambiente comparándolos entre sí y con otros testigos propagados en la misma forma.

En la propagación por vía sexual se produce una gran segregación de las características de la planta madre originándose una gran variedad de formas, sucediendo que cuanto mayor es la variabilidad, más eficaz es la selección.

En los numerosos ensayos de progenie que he visitado especialmente en Georgia, sobre todo los que conduce el señor John Barber, del Macon Research Center, en la Ida Cason Callaway Foundation, se comprueba, al menos en los 8 primeros años que es la edad que tienen esos ensayos, que aún en la progenie de un solo progenitor conoci-

do se consigue una mejora en el promedio de la calidad con respecto a progenies testigos de plantas no seleccionadas. Es evidente que la madre ejerce una notable influencia sobre el ancho de la copa de la descendencia. Asimismo se comprueba que la progenie de plantas madres con tallos y ramas tortuosos, manifiesta ese carácter con mayor o menor intensidad.

El primer ensayo de progenie en dicho establecimiento fue plantado en 1952 adoptándose el diseño de bloques al azar con 20 a 100 árboles por parcela. Se observa una gran variación dentro de la misma progenie. Se cree que un grupo mucho más uniforme, integrado por plantas de buena conformación se hubiera obtenido en la progenie de dos progenitores o sea mediante polinización controlada.

Area de producción de semilla

Consiste en la selección de un grupo de árboles sobresalientes que crecen en monte natural o en plantación eliminando el resto de la masa dejando un determinado número de 50 a 150 más o menos plantas adultas por hectárea, siendo tratadas especialmente para estimular su producción de semilla. Se trata de que estas plantas seleccionadas tengan un cierto grado de aislamiento para prevenir la influencia de polen extraño de un posible padre de inferior calidad. Estas áreas son establecidas generalmente en sitios de buena calidad y se sostiene que con la semilla obtenida de estas áreas ha de conseguirse un notable mejoramiento en la calidad de los futuros bosques a implantarse. Ya constituye un gran adelanto el hecho de conocerse el origen de la semilla procedente de plantas madres seleccionadas y los estudios realizados coinciden en indicar que los gastos que demande el mantenimiento de un área de producción de semilla, se ven ampliamente compensados por la mejor calidad obtenida.

He visitado algunas de estas áreas en Many, La.; Crossett, Ark. y en Gulfport en la Harrison Experiment Forest dependiente del Southern Institute of Forest Genetics. En este último sitio visité un área de producción de semillas recientemente implantada en un bosque de *Pinus palustris* de 25 años de edad, con una densidad de 100 a 120 árboles por hectárea, seleccionados en 1955-56 cuando el resto de los árboles fue cortado. Lógicamente al haber crecido en bosque denso, sus copas eran demasiado pobres para una abundante producción de semilla, por lo que en el año 1957 la producción era sólo de 17 conos por planta. En los años siguientes el mayor espaciamiento unido al tratamiento a base de fertilizaciones a que fue sometido, hizo que su producción aumentara, registrando en el año 1959 la cantidad de 32 conos por planta, esperándose que seguirá aumentando progresivamente en los años venideros.

Huerto para la producción de semilla

Es considerado como el mejor método para obtener, en grandes cantidades, semilla de alta calidad. Es una plantación de árboles genéticamente superiores propagados ya sea por medios vegetativos formando clones, o por plantación de plantitas resultantes de la reproducción sexual o progenie, especialmente tratada con métodos intensivos tendientes a la obtención de la mayor cantidad de semilla. En este tipo de plantación no interesa la producción de madera, sino la de semilla, y entonces este tipo de monte es tratado en cierto modo como si fuera un huerto frutal.

Todos los huertos semilleros que visité en los Estados Unidos usan clones de plantas selectas propagadas invariablemente mediante injertos y para ganar tiempo implantan el huerto al mismo tiempo que inician los ensayos de progenie, con la intención de que si a través de la prueba de progenie algunos de los árboles demuestra cualidades indeseables como progenitor, se lo erradica del huerto por no merecer el lugar que le fuera asignado entre las demás plantas selectas.

En los Estados Unidos se está difundiendo rápidamente la plantación de los huertos semilleros en base a numerosos antecedentes que asignan a los mismos notables posibilidades para la producción en gran escala de semilla seleccionada. Para las condiciones de Queensland, en Australia, se citan datos sobre los resultados alcanzados con huer-

tos semilleros de *P. elliottii* y *P. taeda* de 20 años de edad, que les asignan un rendimiento anual de semilla capaz de producir la cantidad de plantitas necesarias para plantar 200 hectáreas por cada hectárea de huerto. Para Europa, Larsen cita sus experiencias con huertos semilleros de *Larix*, manifestando haber obtenido a los 14 años, un rendimiento de 900.000 plántulas con la producción de semilla de una hectárea del huerto, y en el caso de *P. sylvestris* el rendimiento alcanzado fue de 500.000 plantitas a los 10 años de edad del huerto. Algunos investigadores citan para *P. sylvestris* un rendimiento de 45 kg de semilla por año y por hectárea de huerto, mientras que otros informan sobre un rendimiento de sólo 21 kg.

Los huertos semilleros implantados en los Estados Unidos son aún demasiado jóvenes para proporcionar datos sobre su real producción, pero las predicciones que se hacen sobre el probable rendimiento en *P. elliottii* y en *P. taeda* les asignan una posible producción de 500.000 a 1.250.000 o más pinitos plantables por año y por hectárea de huerto.

He tenido la oportunidad de visitar varios importantes huertos semilleros del estado de Georgia en dos de los cuales he realizado intensas prácticas de injerto y de polinización controlada. Estos huertos son: Arrowhead Seed Orchard a unos 90 kilómetros al sur de Macon y Horse-shoe Bend Seed Orchard ubicado a 130 km al sudeste de la misma ciudad. En ambos, pertenecientes a la Georgia Forestry Commission, se realiza un trabajo cooperativo entre este organismo y el U. S. Forest Service.

El Arrowhead es el más extenso de Estados Unidos, contando con una superficie de 130 hectáreas con dos secciones destinadas, una a *P. elliottii* y otra a *P. taeda*. De las plantas seleccionadas en los bosques, se obtienen los brotes para injertar sobre patrones constituídos por plantitas corrientes de almácigas, sin ninguna selección especial. En las primeras plantas injertadas, en el año 1955, se optó por practicar la operación bajo invernáculo sobre plantas patrón de 1 año de edad, que luego del injerto se mantienen en macetas por dos años más, para luego plantarlas en el huerto. De esta manera fueron plantadas en el año 1957, plantas injertadas de 1-2 tipo de edad, siendo por consiguiente en el momento de mi visita, en marzo-abril de 1960, del tipo de edad 1-2-3. Otra parte de las plantas fueron directamente injertadas a campo, sobre patrones de 2 ½ a 3 años de edad plantados con anterioridad.

Si bien el primer sistema, de injerto bajo invernáculo, ofrece mayor seguridad pues se llevan al campo plantas con injertos prendidos, resulta más costoso habiéndose encontrado, además, que los injertos desarrollan más lentamente en macetas que en el campo. Debido a ello se ha optado por la práctica del injerto directamente a campo, que economiza trabajo y tiempo, aunque existe el riesgo de fracasos que obligan a repetir la operación.

La distancia de plantación adoptada en estos tipos especiales de montes es de 16 × 16 pies (4,80 × 4,80 m), existiendo también una fracción menor de *P. elliottii* que está plantado a 32 × 32 pies (9,60 × 9,60 m) destinada a semillero cuya característica principal para la selección, fue el rendimiento en resina.

El huerto está dividido en bloques de 400 plantas cada uno, integrados por 20 hileras de 20 plantas y cada hilera contiene 4 clones diferentes con 5 plantas contiguas pertenecientes al mismo clon.

Se estaba realizando un ensayo de fertilización con abonos a base de nitrógeno, fósforo y potasio, en distintas combinaciones y a diferentes niveles, con el objeto de determinar la dosis más eficaz para estimular la más temprana y abundante floración.

En este huerto practiqué el reconocimiento de flores femeninas de *P. taeda* y su embolsado para ser luego usadas en polinización controlada y también comencé a aplicar diferentes sistemas de injerto.

El Horse-shoe Bend Seed Orchard tiene una extensión de 68 hectáreas con dos secciones, una para cada uno de los pinos *P. taeda* y *P. elliottii*. Una parte de las plantas fue injertada en macetas bajo condiciones de invernáculo en abril de 1955 y plantada en el campo en diciembre del mismo año. La otra parte fue injertada directamente en el campo en 1956. En general todas las plantas se muestran vigorosas especialmente en el caso de *P. elliottii*,



Vista del Huerto Semillero Horse-shoe Bend, en Georgia
Foto A. E. Alonzo

que manifiesta además una gran uniformidad. La sección de *P. taeda*, en cambio, se muestra más despareja debido a la gran cantidad de fallas registradas no sólo en los injertos sino también en la plantación de los portainjertos. Estimo que debiera hacerse una selección de las plantitas a ser injertadas para aumentar las posibilidades de éxito y, como de los resultados obtenidos especialmente en *P. taeda*, parece ser que hubiera un problema de compatibilidad entre patrón e injerto, opino que se conseguiría un mejor resultado si se usara como portainjerto a la progenie de un progenitor de la misma planta selecta cuyo brote se injerta. Ello aseguraría una mejor compatibilidad y así se lo propuse al señor John Barber, jefe de la División Genética del Macon Research Center, quien recibió con interés la sugerencia manifestando que la ensayaría a partir de la próxima temporada.

Al igual que en el Arrowhead, en este huerto se ha adoptado la distribución de las plantas en bloques de 400 plantas identificándose estrictamente a cada clon con letras y conservándose un croquis del huerto con la ubicación exacta de las plantas. Los clones también están representados por 5 plantas contiguas y la plantación general está realizada según una distribución de los diferentes clones, que mejor asegure la interpolinización entre los mismos.

Allí practiqué intensamente las técnicas del injerto y de la polinización controlada.

Para el injerto, se eligen los brotes más apropiados de la planta seleccionada que siempre se encuentran en la parte alta de la copa, por cuyo motivo es necesario subir a los árboles mediante equipos de escalas de aluminio especiales. En ciertos casos se procede a bajar los brotes mediante disparos de rifles con miras telescópicas; si bien este procedimiento es más rápido y cómodo a la vez que menos riesgoso, no es tan eficiente como el primero en cuanto a la mejor elección del brote y muchas veces resulta en daños de diversa importancia a la planta selecta.

Los brotes tiernos se recogen en recipientes especiales con aislación térmica y en contacto con musgo de turbera húmedo, para evitar su desecación, perfectamente identificados según la planta madre de la cual procede. Si no son usados inmediatamente se los conserva en refrigerador, pudiendo conservarse en esta forma durante varios meses si los brotes han sido obtenidos en época de descanso vegetativo, o por algunas semanas si se trata de brotes de material suculento. Si bien existen varias técnicas de injerto, dos son las más extensamente aplicadas en las operaciones en gran escala como ocurre en los huertos semilleros, siendo precisamente las que he tenido oportunidad de practicar con cierta intensidad.

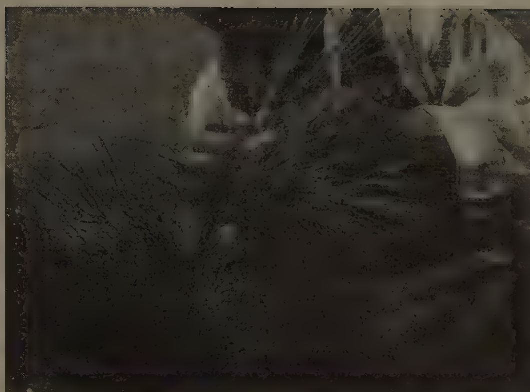
Ellas son: "cleft graftin" o injerto de púa aplicado en la parte superior de la planta, y "side grafting" o injerto de costado. En el primer caso, se "decapita" a la planta portainjerto a una altura conveniente, donde el grosor del tallo corresponde lo más exactamente posible con el del brote a injertar. En el segundo caso, se respeta al portainjerto que queda prácticamente intacto, practicándose una hendidura en el costado del tallo donde se aplica adecuadamente el brote. No entraré en detalles completos sobre la técnica operatoria, por no extender demasiado este informe. Oportunamente este tema será objeto de una comunicación especial, una vez que lo ensaye suficientemente en nuestro medio. Como dato interesante debo agregar que, luego de practicado el injerto, se liga cuidadosamente con una cinta de

goma y a continuación se cubre con una bolsita de polietileno para impedir la excesiva transpiración, pero a la vez practicando algunos orificios para la normal respiración de la planta. Sobre la bolsa de polietileno, se aplica un capuchón de papel de aluminio abierto hacia el lado donde no incide el sol (en nuestro caso, hacia el sur), con el objeto de evitar la excesiva insolación y aumento de temperatura dentro de la bolsa.

A las 5 semanas más o menos, ya puede conocerse el resultado del injerto, procediéndose a extraer la bolsita. La técnica descripta se usa en el injerto a campo, que cada vez se va extendiendo más.

De acuerdo con los datos oficiales comunicados por el Macon Research Center, el resultado de mi trabajo sobre injertos en el Horse-shoe Bend Seed Orchard, fue el siguiente: en *P. elliottii*, 88 % de injertos prendidos a los 6 meses; en *P. taeda*, 17 %. El porcentaje tan bajo obtenido en el último caso, tiene su explicación en el hecho de que *P. taeda* ofrece de por sí mayores dificultades para el éxito del trabajo por tener brotes más suculentos y menos vigorosos que *P. elliottii*, sumándose a esto, la circunstancia de que era mi primera experiencia en la materia y no había adquirido aún la necesaria práctica, puesto que mi trabajo comenzó precisamente con esa especie. Ello quedaría verificado por el resultado correlativo obtenido en ambas especies por dos avezados injertadores bajo cuya supervisión trabajé, los señores Mercer y Cherry, de la Georgia Forestry Commission. El promedio de ellos fue: 90 % en *P. elliottii* y 44 % en *P. taeda*.

De acuerdo con informaciones de estos injertadores, el promedio general que se obtiene en ese huerto semillero a lo largo de todo el año, es de alrededor del 40 % de prendimiento. En los casos de fallas debe repetirse la operación y desde este punto de vista me parece mucho más racional la técnica del injerto de costado, puesto que el portainjerto permanece prácticamente inafectado y puede soportar perfectamente otra operación, cambiando de lugar; mientras que en el injerto de cabeza, muchas veces con la falla del injerto se pierde también el porta o en el mejor de los casos, no queda en condiciones de soportar otra intervención. Al mismo tiempo, el "side grafting" ofrece mayores garantías de buen éxito al no alterar prácticamente las funciones del portainjerto, condición importantísima para asegurar el buen resultado de la operación.



Injertando de púa (Cleft graftin) sobre « P. elliottii », en el Huerto Semillero Arrowhead, Ga. *Foto A. E. Alonzo*

Con el doctor Bruce Zobel, jefe del Departamento de Genética Forestal de la Escuela Forestal de la Universidad de Carolina del Norte, he visitado varios huertos semilleros dependientes de compañías papeleras, supervisados por el citado técnico, en Virginia y North Carolina, tales como: el de la Continental Can and Paper Co., en Hopewell, Va.; el de la Union Bag Co., en Franklin, Va.; el de la Chesapeake Paper Co., en West Point, Va.; y el de la Halifax Paper Co., en Tillery, N. C. Se trata de plantaciones en escala relativamente pequeña, que abarcan de 4 a 5 hectáreas en su mayor parte y donde por consiguiente es posible realizar un trabajo intensivo, más controlado y eficiente. Estas características se reflejan en el elevado porcentaje promedio de los injertos exitosos en estos huertos semilleros, que alcanzan al 80 %. En todos los casos, el doctor Zobel aconseja la adopción de la técnica del injerto de costado, en virtud de las consideraciones que formulara anteriormente.

El citado técnico recomienda también que la plantación de un huerto semillero debe hacerse con no menos de 15 clones diferentes, con el obje-



Huerto Semillero Arrowhead, Ga. Cubriendo un injerto con papel de aluminio. *Foto A. E. Alonzo*

to de evitar los efectos de excesiva endocría, que redundaría en perjuicio de la progenie; estos clones deben estar racionalmente distribuídos en el huerto a fin de asegurar la mejor combinación de características, y a razón de un individuo representante de cada clon, por espacio (en los huertos semilleros de la Georgia Forestry Commission se plantan 5 individuos contiguos pertenecientes a un mismo clon).

Para evitar desuniformidad en el huerto, debido a posibles fallas, ha adoptado la práctica de plantar en un mismo sitio 3 ejemplares de portainjerto convenientemente espaciados, injertándose los tres y dejando luego definitivamente, al más robusto con injerto prendido. De esta manera, si bien resulta más costosa la plantación inicial, se compensa la mayor inversión por el ahorro de tiempo, ya que sería problemático que fracasaran los tres injertos que se practican por sitio, no perdiéndose de este modo ningún período vegetativo por falla del injerto.

Informaciones extraoficiales, hacen ascender a 21 dólares el costo de cada planta injertada lograda en los huertos semilleros Arrowhead y Horseshoe Bend. El doctor Zobel recomienda también la plantación en tresbolillo a fin de aprovechar más equilibradamente el terreno.

Un huerto semillero debe estar convenientemente aislado de cualquier fuente de polen extraño, considerándose, de acuerdo con estudios realizados, que 500 pies (150 m) de distancia de los pinos más cercanos, ofrecen suficiente seguridad en este sentido.

Una de las grandes ventajas del huerto semillero reside en el hecho de que en una relativamente pequeña superficie, se tiene concentrada una gran cantidad de árboles sobresalientes para elegir a los cuales ha sido necesario recorrer grandes extensiones, y que a esos árboles, con tratamiento adecuado, se los puede inducir a una gran producción de semillas de fácil cosecha y de origen perfectamente conocido. Además ofrecen la comodidad de realizar cuantos trabajos se deseen, relacionados con mejoramiento, fecundación artificial, estudios sobre inducción de floración, etc.

Otras clases de injerto, que he tenido ocasión de practicar, son: el "veneer grafting" que es una ligera modificación del "side grafting"; el de aproximación y el de botella. Los dos últimos, si bien son los que mayor seguridad de prendimiento ofrecen, sólo se los usa en invernáculo, por ser de onerosa aplicación si se lo hace en gran escala.

Otros métodos de propagación vegetativa que pueden utilizarse para la obtención de clones para la plantación de huertos semilleros o para otros fines genéticos son: por estacas, por hacecillos de agujas o braquiblasto y por enraizamiento aéreo o "air-layering". Las estacas son obtenidas de las puntas de las ramas laterales, tomando el brote del crecimiento del año con una pequeña porción de crecimiento del año anterior. La base es hundida en una mezcla de ácido indolbutírico, que actúa como hormona enraizante, en polvo talco, al 1 por mil, preparándose en cantidades de 100 mgr de ácido en 100 gramos de talco. Las estacas se plantan luego en arena húmeda bajo condiciones de invernáculo en constante humedad (que se provee por riego atomizado automático, como en el Instituto de Genética Forestal de Placerville). El mismo procedimiento se emplea para el caso de los ramitos de agujas. El "air-layering" o enraizamiento aéreo exige una técnica especial: en una rama de la copa del pino selecto, se practica una incisión extrayendo un anillo de corteza de unos 2 cm de ancho. Debe tenerse especial cuidado de no interesar en absoluto el leño, pues se perturbaría la normal

circulación de savia y el trabajo fracasaría. A continuación se aplica un puñado de musgo de turbera espolvoreado con la sustancia enraizante compuesta según la misma fórmula ya referida; se humedece bien hasta impregnar y se cubre con una hoja de plástico, envolviendo completamente el musgo y atando en ambos extremos con lo cual se evitará la desecación, hasta que la incisión eche raíces, cosa que normalmente sucede a los 2 meses, cuando la operación es exitosa. Se secciona la rama en su porción proximal, unos centímetros debajo de la incisión y se planta en macetas o terrinas bajo invernáculo, hasta que arraigue perfectamente, pudiendo luego plantar las nuevas plantitas, en lugar definitivo.

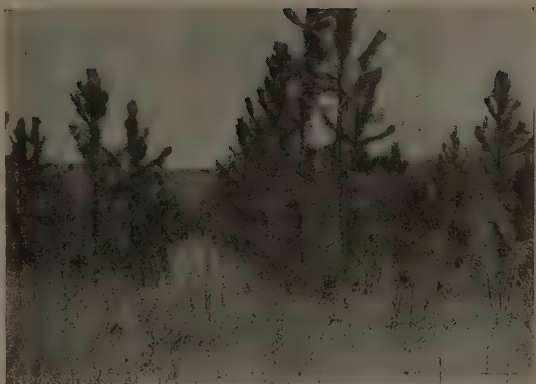
La propagación vegetativa en pinos aún no resulta un medio económico y práctico para ser aplicado en gran escala, pero es de inestimable valor para los fines genéticos ya explicados. Los estudios en este sentido se están profundizando en busca de la técnica más adecuada para convertirlo en un método corriente de multiplicación de estas especies.

Selección de plantas en estado juvenil

Como es lógico, la selección más eficaz de una planta sobresaliente o supuestamente superior, es posible realizarla cuando el individuo ha alcanzado su estado de madurez o de desarrollo para determinada finalidad. Resulta sumamente inseguro hacer un pronóstico acertado de lo que sucederá diez años más adelante con una planta de excelente crecimiento en sus primeros años de vida. Pero la posibilidad de hacer un pronóstico semejante es de extraordinaria importancia por la gran economía de tiempo y de trabajo que supondría el aprovechar ventajosamente la natural variabilidad observada en las progenies y aún en las plantitas provenientes de semillas sin ningún proceso de selección.

De ahí el enorme interés que ha despertado en los Estados Unidos este asunto, lo cual justifica los numerosos estudios que están realizando con miras a poder seleccionar plantas superiores desde los primeros estados de desarrollo en los viveros.

Sobre el particular he visitado varios ensayos, principalmente en Crossett, Ark. y en Macon, Ga.



Georgia Kraft Co., cerca de Macon, Ga. Plantación experital de plantas seleccionadas en almácigas («P. elliottii»).
Foto A. E. Alonzo.

En el primer caso el señor Hoy Grigsby estaba conduciendo un interesante estudio de selección de "super plántulas", consistente en la plantación comparativa de tres categorías de plantitas elegidas en las almácigas de viveros, a saber: de superior desarrollo, normales o de desarrollo medio y de pobre desarrollo. El ensayo estaba en el 5º año y a pesar de que los análisis de variancia realizados los años anteriores daban una diferencia significativa a favor de las plántulas de primera categoría, esa diferencia tendía a anularse emparejándose año a año los resultados.

El ensayo realizado en Macon, conducido por el señor John Barber, tenía a grandes rasgos el mismo planteamiento. Es un estudio en cooperación entre el U. S. Forest Service, la Georgia Forestry Commission y el Georgia Forest Council. En él se sostiene que la selección de plantitas superiores en las almácigas es uno de los métodos de obtener posibles individuos adultos superiores.

La seguridad de este método depende de la correlación de las características exhibidas en el estado de plántula con aquellas que manifestará a la edad de madurez económica o a algún otro punto de referencia elegido en la vida del árbol. Se ha ido más lejos aún, y se ha estudiado la relación que puede tener el tamaño de la semilla en el desarrollo de la futura planta, realizando ensayos comparativos con lotes de semillas divididos



Lake City, Fla. Ensayo de resinación en « Pinus palustris »
Foto A. E. Alonzo

en categorías de acuerdo con el tamaño. Se encontró que no existe correlación entre tamaño de semillas y desarrollo de las plantas cuando se trata de diferentes progenies pero se halló una correlación positiva entre semillas y plántulas de la misma progenie.

En el ensayo sobre selección de plántulas superiores en almácigas, el trabajo se realizó revisando cuidadosamente las almácigas de *P. elliottii* y *P. taeda* en 4 viveros de Georgia, obteniéndose plántulas selectas en la proporción de 1 en 146.000 en *P. elliottii* y de 1 en 44.000 en *P. taeda*. La selección sólo fue practicada en almácigas normales



Lake City, Fla. « Pinus elliottii » de 15 años reproducidos por estacas. *Foto A. E. Alonzo*

descartándose aquellas áreas donde se habían producido grandes fallas, para no introducir un factor de error. A la vez se extrajeron plántulas sin seleccionar, que sirvieron como testigos.

A los 4 años de edad que llevaba el ensayo, se ha encontrado una diferencia altamente significativa a favor de las super plántulas, que han mantenido su superioridad sobre los testigos, a través de análisis de variance, de la prueba "t" y de "Chi" cuadrado.

En el estudio que estoy comentando también se encontró que en *P. elliottii* existe una mayor infección de "roya fusiforme" en las plántulas de mayor crecimiento. Asimismo se comprobó que *P. taeda* muestra mayor variabilidad, haciendo más fácil la tarea de selección en las almácigas, y que algunas de las más vigorosas plantas están libres de infección de "roya", mientras que las 3/4 partes estaban infectadas. Las plantas libres de "roya" se encuentran aparentemente esparcidas al azar, y esta circunstancia sugiere otra selección sobre la base de su resistencia a la enfermedad, ya que es evidente que se trata de un factor genético.

Mejoramiento de pinos mediante fecundación controlada

Vimos cómo la selección de árboles superiores y el uso de sus progenies de un solo progenitor o de fecundación libre, constituye un importante paso adelante en el mejoramiento de la calidad de los pinares, aunque el procedimiento es de proceso lento y de eficiencia muchas veces no muy perceptible. Por otra parte su aplicación se ve limitada por una serie de factores naturales, como ser por fenómenos fenológicos (época de floración y receptividad de las flores), circunstancias geográficas (áreas de difusión de determinadas especies, variedades o razas geográficas), etc.

Muchas veces la naturaleza también ofrece interesantes casos de cruzamientos entre individuos de diferentes especies o hibridación, que ocurre en aquellas zonas donde se superponen las áreas de difusión de las especies cruzadas. Pero al menos en los pinos del sur de los Estados Unidos cuando ello sucede, no se aprecia la ventaja del híbrido natural sobre sus progenitores, considerados co-

mo es lógico según el término medio de los individuos de las respectivas especies. En general la hibridación natural entre los pinos del sur, ocurre muy raramente, pero no obstante ello existe uno que se ha popularizado mucho y que he tenido oportunidad de verlo en los bosques de diversas zonas visitadas, especialmente en Alexandria, La. y en Gulfport, Miss., en donde su progenie había sido incluída en diversos ensayos comparativos. Se trata del "pino Sonderegger" (*Pinus* × *sondereggeri*), híbrido natural entre *P. taeda* y *P. palustris* que son los únicos pinos importantes del sur cuya floración se produce simultáneamente. Debido a su origen híbrido, ofrece una gran variabilidad presentando características de uno u otro de sus progenitores o intermedias entre ambos. En estudios realizados en la Johnson Tract, área experimental del Centro de Investigaciones de Alexandria, La., este híbrido no manifiesta un tipo uniforme que represente alguna ventaja sobre sus progenitores, sino más bien desventajas derivadas de su misma desuniformidad y de su susceptibilidad, tanto a la polilla del brote que ataca a *P. taeda* y a la "mancha marrón" de las agujas de *P. palustris*. Generalmente se muestra vigoroso pero demasiado coposo y en general con un porte forestal poco deseable.

Mediante los cruzamientos controlados, el hombre cuenta con un arma poderosa para acelerar la formación de tipos convenientes, mediante la combinación de individuos de características deseadas, a la vez que le brindan la oportunidad de conocer más profundamente la genética de estas especies, a través del estudio de las progenies y del mecanismo de la herencia de los caracteres paternos. Asimismo mediante cruzamientos controlados se hace posible combinar las características de plantas interesantes aunque estén separadas por grandes distancias y aunque sus respectivas floraciones no coincidan en el tiempo.

En el Instituto de Genética Forestal de Placerville, Cal. he podido apreciar el resultado de interesantes cruzamientos interespecíficos en pinos, con el propósito definido de encontrar un producto de mejores posibilidades que los progenitores, en determinadas circunstancias.



Hodges Ind. Many, La. Subiendo a un « P. taeda » con escalas de aluminio, para trabajos genéticos. *Foto A. E. Alonzo*

Uno de los primeros híbridos útiles obtenidos en el mencionado Instituto es el proveniente del cruzamiento de *P. radiata* × *P. attenuata*, que combina convenientemente las características de rápido crecimiento heredada del primer progenitor y de resistencia a la sequía y a las heladas del último, conservando una aceptable calidad de madera. Este híbrido fue designado *Pinus attenuradiata* y en ejemplares existentes en el Instituto, muestra a los 8 años de edad una altura de 9 metros y el ejemplar más viejo, de 30 años, tiene 27 metros de altura. Aunque es probable que este híbrido no será apto para el Delta del Paraná, podría resultar muy interesante para otras zonas de nuestro país, ya que el pino de Monterrey (*P. radiata*) se está plantando extensivamente en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe. Referente a



Alcanzando la copa. *Foto A. E. Alonzo*

su adaptación a ciertos suelos y climas, nuestro Centro de Investigaciones de Castelar y la Administración Nacional de Bosques podrían estudiar la aplicación de este híbrido con miras a su propagación en las zonas que esos estudios indiquen como las más adecuadas.

Otro interesante híbrido producido en el mismo Instituto, pero que también se da naturalmente, es *P. coulteri* × *P. jeffreyi*, ofreciendo una combinación de las mejores características de ambos padres: resistencia al ataque de insectos ("pine reproduction weevil" (*Cylindrocoptorus eatoni*) y buena calidad de la madera del pino de Jeffrey. En efecto, *P. coulteri* no es un pino comercial pero se manifiesta muy resistente a dicho insecto, mientras que *P. jeffreyi* es muy buen productor de madera pero susceptible al insecto. El híbrido tiene madera de calidad aceptable pero muestra una resistencia 7 veces mayor al insecto que el *P. jeffreyi*. También se obtuvo en el Instituto la retrocruza hacia *P. jeffreyi* que también es resistente al insecto y en los 10 primeros años mostraba crecimiento más rápido y mayor supervivencia. Resulta interesante para ser plantado en aquellas áreas donde es de esperar un severo ataque del citado insecto, interplantándolo entre los pinos de Jeffrey, existiendo la posibilidad de que de este modo se produzcan nuevas retrocruzas, cuyos resultados podrían ser mejores aún que los híbridos producidos y ensayados.

Entre los pinos del sur, también se ha obtenido en el Instituto un híbrido de particular utilidad, cruzando *P. taeda* × *P. echinata*, lográndose un producto resistente a la "roya fusiforme" como ha sido comprobado al ser plantado en Bogalusa, La.

El señor Francis Righter, genetista del citado Instituto de Placerville me explicó en detalle el plan de trabajo que allí se está desarrollando y que en líneas generales comprende los siguientes tópicos: 1) resina de pinos; 2) dendrología; 3) estudios fisiológicos; 4) biología de la floración; 5) estudios sobre fotoperiodismo; 6) propagación vegetativa; 7) cultivo; 8) reconocimiento de hibridación de pinos; 9) herencia de caracteres; 10) variación y selección; 11) técnicas de cultivo y crianza.

La composición química y propiedades físicas, especialmente referidas a características ópticas de las resinas, están siendo estudiadas profundamente por el doctor Nicholas Mirov. Estos estudios pueden explicar la diferente resistencia mostrada por las diversas especies de pinos a los ataques de insectos, a la vez que significan una considerable ayuda para las investigaciones dendrológicas a fin de una más exacta identificación de las especies. En este sentido el doctor Mirov ha realizado una extensa serie de análisis incluyendo resina de *P. pinea* recibida de la Argentina. En cuanto a la probable conexión con la resistencia a ataques insectiles, he colaborado con el doctor Richard Smith, entomólogo del Forest Service en Berkeley, en la búsqueda de ejemplares de *P. jeffreyi* y *P. contorta* atacados por taladro para ser criados en laboratorio, como primer paso en el estudio del papel que

juega la resina en la resistencia al ataque de estos insectos, basado en la especificidad de los mismos. En efecto, *P. contorta* es atacado por el coleóptero *Dendroctonus monticolae* que ataca también al *P. lambertiana, P. monticola* y a otros. En cambio el que ataca a *P. jeffreyi* (*Dendroctonus jeffreyi*) es específico del citado pino y no ataca a otros. Esta circunstancia ha sugerido un estudio minucioso de carácter genético que recién está en sus comienzos, a fin de dilucidar el problema. Los taladros mencionados ocasionan pérdidas por muchos millones de dólares anuales, por madera que se deteriora en los bosques californianos; de allí la importancia económica del estudio iniciado, ya que resulta prácticamente imposible controlarlo por otros medios comunes de lucha.

Los estudios fisiológicos que tratan la biología de la floración son también muy importantes en cuanto tratan de acentuar la precocidad de la floración con el objeto de reducir el ciclo de estudio de una generación a fin de obtener más rápidos resultados en trabajos genéticos.

En cuanto a trabajos de hibridación, generalmente encontraron que los híbridos poseen características intermedias entre las de los progenitores en vigor, rapidez de crecimiento, resistencia a enfermedades, etc.

La importancia de la hibridación estriba en el hecho de que los híbridos son casi siempre superiores a uno de los progenitores y plantándolos en el área del padre de inferior calidad, es posible obtener un mejoramiento del "stand". La progenie del híbrido ha demostrado ser también superior a la población promedio de uno de sus padres. Sucede a veces que dos padres de diferentes orígenes geográficos incompatibles para ellos en el sentido recíproco, producen un híbrido superior a uno de ellos y capaz de adaptarse y medrar en el área de éste.

Con el objeto de ensayar un nuevo híbrido y a fin de economizar tiempo, el señor Righter sugiere plantar unas pocas filas del híbrido en cuestión en medio de una plantación ordinaria, de manera tal que si el híbrido no es deseable será pronto dominado y suprimido por los otros árboles, pero si resulta ser sobresaliente, la ganancia



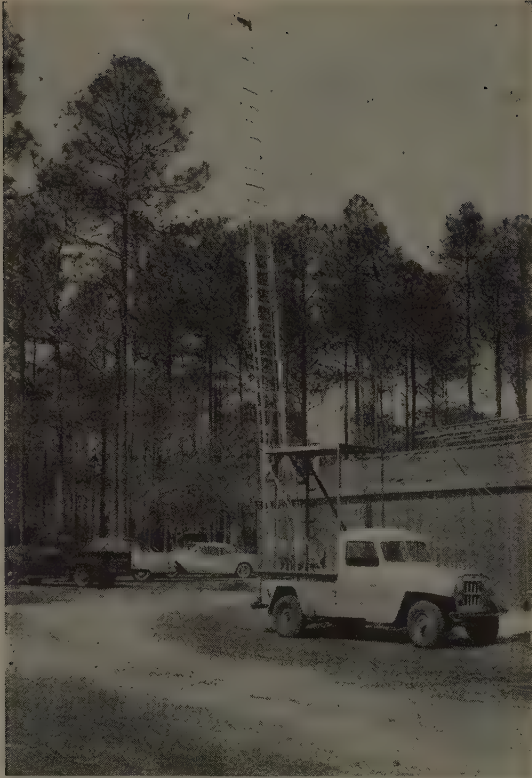
El descenso, deslizándose por una cuerda y desmontando los tramos de la escala. *Foto A. E. Alonzo*

será considerable porque redundará en un mejoramiento general del bosque cuando ocurran retrocuzas hacia uno de los padres.

En ciertos casos, el híbrido muestra mejores características que la de ambos padres y entonces el éxito resulta completo.

Por continua autofecundación es posible llegar a la línea pura en la cual la constitución genética será prácticamente homocigota y las variaciones serán debidas exclusivamente a causas ambientales. Al mismo tiempo será posible ensayar cada año la hibridación con las correspondientes generaciones filiales de otras líneas también autopolinizadas.

Es necesario comenzar por seleccionar los fenotipos sobresalientes, pero no es absolutamente seguro que serán las mejores plantas madres, sin



Lake City, Fla. Escalera extensible montada sobre camioneta, para trabajos genéticos en la copa de los árboles. *Foto A. E. Alonzo.*

conocer al padre. Ello ocurre a menudo en las áreas de producción de semilla, donde un año las plantas madres selectas pueden ser fecundadas por un padre sobresaliente de las cercanías y producir excelente progenie, mientras que en otro año puede ocurrir que sea polinizada por un padre de inferior calidad y la progenie, por consiguiente, será pobre. Existe un coeficiente de correlación entre la variación fenotípica y genotípica de un árbol, que es la heritabilidad, siendo:

$$H = \frac{V_1}{V_1 + V_2}$$

donde V_1 es la variación debida a causas genéticas y V_2 es la variación debida al ambiente.

En un huerto semillero formado por árboles genéticamente superiores, existe una buena razón para suponer que la semilla ha de ser de superior calidad desde que es el resultado de una cruza de árboles superiores, pero es necesario realizar ensayos de progenies de los árboles selectos para estar seguro que sólo los mejores árboles son ubicados en el huerto.

Por endocría es también posible obtener los híbridos dobles mediante el cruzamiento de dos F_1 correspondientes a dos líneas autofecundadas y producir semilla en escala comercial.

El señor Righter ha iniciado un estudio de largo aliento referente a la obtención de la línea pura en pinos, pero estima que cada generación demandará de 6 a 7 años, si no se consiguen medios de acelerar ostensiblemente a la floración, considerándose que se alcanzará la línea pura en la F_6. En su opinión éste ha de ser el único método de llegar a conocer íntimamente la genética del pino.

En cuanto a los pinos del sur, los estudios sobre hibridación son muy recientes y aún no permiten emitir un juicio definitivo acerca de si se obtendrán resultados de trascendencia. Se llevan a cabo principalmente en el Instituto de Genética Forestal de Gulfport, en el Centro de Investigaciones de Alexandria, La., en el Macon Research Center, en la Estación Experimental de Lake City, Florida y también en algunos establecimientos privados,



Harrison Experiment Forest, Gulfport, Miss. Plantación de híbridos artificiales de 4 años. *Foto A. E. Alonzo*

entre los lugares que he tenido oportunidad de visitar.

Entre estos últimos merece destacarse el establecimiento de Hodges Industries en Many, La., donde con el señor Wakeley observé el comportamiento de diversos híbridos en sus primeros 5 años de plantados, llamándome principalmente la atención el mayor crecimiento alcanzado por el producto del cruzamiento de *P. palustris* × *P. elliottii* respecto del de sus progenitores libremente fecundados. Este híbrido presenta sobre *P. palustris*, la ventaja de no atravesar por la etapa de mata, característica de la citada especie y que normalmente se extiende por espacio de 4 a 5 años. Otros híbridos observados son: *P. palustris* × *P. taeda; P. elliottii* × *P. echinata; P. elliottii* × *P. taeda* y sus respectivas retrocruzas. También se ensayó autofecundación en *P. echinata*, produciendo ejemplares de muy pobre desarrollo comparados con los resultantes de un cruzamiento entre dos *P. echinata*.

En un área experimental de Lousiana Forestry Commission cerca de Alexandria, observé otros híbridos artificiales, siendo el más notable también *P. elliottii* × *P. palustris*, superior en crecimiento a *P. palustris* y similar o ligeramente superior a *P. elliottii*. El híbrido natural *P. sondereggeri (P. palustris* × *P. taeda)*, si bien es vigoroso, es muy desuniforme y susceptible a enfermedades y pestes que atacan a ambos progenitores, pero la retrocruza hacia *P. palustris*, o sea un individuo ¾ *P. palustris* y ¼ *P. taeda* parece ser más uniforme y más resistente a la "mancha marrón".

En Gulfport también se está llevando a cabo un intenso estudio sobre hibridación de diversas especies de pinos como asimismo en las plantaciones de la Gaylor Co. cerca de Bogalusa, La. En este último lugar se han combinado especies y diferentes razas geográficas obteniéndose algunos resultados muy ilustrativos, como ser: *P. echinata* local × *P. echinata* de Oklahoma; *P. echinata* local × *P. taeda* local; (*P. echinata* local × *P. taeda* local × *P. taeda* de Virginia. Si bien en esta zona *P. taeda* tiene mayor crecimiento y vigor que *P. echinata*, el segundo de los híbridos nombrados manifiesta mejor comportamiento a pesar de que el tercero es ¾ *P. taeda*, pero con intervención de un *P. taeda* de otra fuente geográfica, que no prospera bien en Louisiana.

En general, en todos estos estudios, los híbridos presentan características intermedias entre las de los padres, y en ciertos casos adquieren nuevos caracteres morfológicos, como 4 y 5 agujas por braquiblasto observado en un híbrido de *P. palustris* × *P. taeda* en Hodges Industries.

Todos estos híbridos son aún muy jóvenes y deberán ser ensayados por un período más largo para conocer su real comportamiento y su valor cultural y tecnológico.

Técnica de la fecundación controlada

Como es conocido, las plantas de pinos son diclinas monoicas, o sea que tienen flores de sexos separados sobre el mismo pie, es decir que solamente debe procederse a aislar a las flores femeninas, sin necesidad de extirpar órganos masculinos que forman amentos separados, a no ser que éstos se encuentren en la misma ramita y muy cerca de las flores femeninas, caso que no es el corriente.

Si bien en un estudio sobre floración realizado en el Instituto de Genética Forestal de Placerville, se estableció que el promedio de edad en que aparecen las flores de ambos sexos, sobre más de 50 especies de pinos, es menor para las flores masculinas que para las femeninas (4,4 y 5,2 años respectivamente), en los huertos semilleros de pinos del sur, principalmente de *P. elliottii, P. taeda* y *P. echinata*, visitados en Georgia, he podido comprobar que la floración femenina se anticipa a la masculina. Esta circunstancia determinaba la necesidad de tener que recurrir a las plantas selectas originales, para conseguir el polen a fin de fecundar a las flores femeninas ya aparecidas en las plantitas injertadas del huerto semillero. Posiblemente la influencia del injerto, al igual que otros procedimientos, tales como fertilización, estrangulamiento y otros, determina una mayor precocidad en la aparición de las flores femeninas.

Otra particularidad observada, se refiere a la ubicación en la copa, de las flores de ambos sexos, mostrándose generalmente las flores femeninas, en la parte superior de la copa y las masculinas en la parte baja de la misma.

En el desarrollo de la flor femenina se distinguen 7 estados progresivos que es necesario saber reconocer, a los efectos de proceder al aislamiento y a la polinización en los momentos más oportunos. Estos estados son: 1) yema pequeña, 2) yema grande, 3) yema abriéndose, 4) flor parcialmente abierta, 5) flor máxima, 6) flor cerrada y 7) cono desarrollándose.

Los estados más convenientes para aislar la flor son el 1) y el 2) y para proceder a la polinización, el 4) y el 5). Fuera de estos estados se corre el riesgo, en el primer caso, de que las escamas de la flor se abran demasiado permitiendo la penetración de polen extraño, como ocurriría en el estado 3); y en el segundo caso, si se anticipa la polinización no todas las flores se encontrarán receptivas y si se la atrasa, algunas escamas ya cerradas impedirían la llegada del polen, obteniéndose en ambas alternativas, un pobre rendimiento de semilla.

El procedimiento más corriente para aislar las flores, es mediante el uso de una bolsita de material plástico, con la que se encierra a un grupo o rámulo de una ramita, recortando las agujas convenientemente para dejar a las flores fácilmente expuestas a la inoculación posterior del polen, y extirpando todos los amentos masculinos que se encontraran en la misma ramita. Se han ensayado diversos materiales, prefiriéndose para los pinos del sur, unas bolsas especiales conocidas con el nombre de "sausage casing bag" confeccionadas con un plástico utilizado para envolver embutidos. La gran ventaja de este material es su resistencia y el hecho de que permite el intercambio gaseoso, evitando que se condense la humedad en su interior, con lo que se consigue una perfecta visibilidad en todo momento. El polietileno no ofrece estas ventajas, pues además de no ser tan durable, se empaña por dentro al ser completamente impermeable.

La bolsita se ciñe, en la parte inferior, a la ramita abrazando un manchón de algodón que se agrega para hacer el conjunto más impermeable a la entrada de polen extraño. Para atar se usa un alambre flexible forrado en algodón o en una cinta de papel fuerte, con lo que resulta más fácil y suave la atadura.

En ciertos establecimientos, como en Placerville, para pinos de brotes vigorosos y rígidos como *P. ponderosa*, prefieren usar bolsitas de lona a prueba de filtración de granos de polen, con una ventanita de material plástico para mayor entrada de luz y como visor. En la Estación Experimental de Petawawa en Chalk River, Ont., Canadá, usan también carpas de lona especial (para velas de embarcación) con la que cubren totalmente al árbol si es de relativo tamaño, o gran parte de la copa, si el árbol es demasiado grande. Las bolsas de lona son recuperables y previa esterilización pueden usarse en otro cruzamiento.

Una vez embolsada la flor femenina, deben practicarse inspecciones frecuentes para observar el posterior desarrollo y aplicar el polen en el momento oportuno, que es cuando la flor alcanza los estados 4) ó 5). Según las condiciones ambientales, ello puede ocurrir de 1 a 2 semanas después del embolsado.

En ese momento se procede a polinizar con el polen del árbol selecto, obtenido y conservado de acuerdo con la técnica que luego detallaré.

El polen se aplica mediante el uso de una jeringa de inyección de unos 10 cm³ de capacidad en la que se ha reemplazado el émbolo por una perilla de goma que, al insuflar aire, obliga a salir al polen por la aguja, que para este propósito es de uso veterinario, de 2,5 cm de largo y calibre 16. Se prefiere una jeringa de material plástico que no se rompe tan fácilmente como la de vidrio. Con la aguja se perfora la bolsita de plástico y se espolvorea una nubecita de polen insuflando aire con la perilla. Puede observarse cómo las flores quedan impregnadas con el polvillo amarillo. El orificio hecho por la aguja, se tapa con un trocito de tela adhesiva, para evitar cualquier posibilidad de contaminación con polen extraño. Si se observara que no todas las flores de una bolsita están en estado receptivo, es conveniente re-

petir la operación unos días más tarde, para aprovechar al máximo las flores disponibles. En este caso deben identificarse, mediante algún recurso adecuado como ser aplicando una cinta de plástico de determinado color, a las bolsitas que deben ser repasadas.

Luego de cierto tiempo, que puede oscilar entre 10 y 15 días, pueden extraerse las bolsitas, aunque para mayor seguridad, a veces se las deja hasta pasado más de un mes después de la polinización, pasando la identificación a la ramita para saber de qué cruzamiento se trata.

En los pinos, la evolución del cono abarca un período de dos años, es decir, que la semilla es producida dos años después de la fecundación y en total el lapso que demanda la evolución completa de un cono desde la yema inicial o primordia, es de tres años.

El polen se obtiene de árboles selectos, extrayendo las ramitas con racimos de amentos masculinos pocos días antes de la dehiscencia de las anteras y se las conduce al laboratorio, donde se colocan en frascos con agua hasta que completen su madurez. Una vez maduros se cortan los amentos y se los coloca en los extractores de polen consistentes en bolsas de lona ceñidas estrechamente en su boca, sobre embudos especiales con un tamiz que contiene a los amentos y deja pasar al polen a medida que se va liberando, recibiéndose en unos frasquitos de vidrio conectados con un tubito de goma al pico del embudo. Este es el procedimiento usado en Placerville y en Gulfport.

Cuando se carece de las instalaciones necesarias para extraer el polen con todos los recaudos que aconseja la más depurada técnica, puede recurrirse a un procedimiento que podría llamarse "casero" como lo he observado en Macon. Consiste en colocar los amentos en bolsitas de material sintético ("sausage casing bag") y dejarlos secar en habitación caldeada por estufa, ayudando a la dehiscencia mediante leve agitación manual de las bolsitas, pasando luego el polen así obtenido, a los frasquitos para su conservación.

El polen así obtenido puede ser conservado a baja temperatura y humedad por un período suficientemente largo para ser usado en todos los programas de cruzamiento, incluso en aquellos en que por falta de coincidencia de las floraciones femeninas y masculinas de las plantas que se desea cruzar, se hace necesaria la conservación de un año para otro. Se ha encontrado que las mejores condiciones de conservación del polen se consiguen a temperatura cercana a 0° C y una humedad constante del 25 % que se obtiene mediante una solución saturada de acetato de potasio.

Cuando el polen ha sido conservado de una temporada para otra, antes de usarlo es conveniente verificar su viabilidad mediante ensayos de germinación. Practiqué la técnica correspondiente en Gulfport y en Placerville para comprobar la germinabilidad de partidas de polen conservado en refrigerador desde el año 1958, para ser usado en el programa de cruzamientos de 1960.

Describiré la técnica usada en Placerville por considerarla más avanzada y eficiente. De las muestras de polen, perfectamente identificadas de acuerdo con su procedencia, se toma una pequeña porción que es suspendida en agua destilada dentro de un tubo de ensayo. El medio de cultivo ya viene preparado en cajas de Petri y consiste en una plancha de cera (embedding wax) que presenta una serie de agujeros practicados en la misma, dispuestos en seis filas de cuatro orificios cada una. Por consiguiente cada caja servirá para seis muestras de polen, con cuatro repeticiones. Entonces, de cada muestra se extrae con una pipeta una pequeña cantidad de la suspensión, que debe ser agitada para la más completa homogeneización y se deposita una gota de esa suspensión en cada agujero correspondiente a la misma fila. A un costado de la caja queda espacio suficiente para pegar una etiqueta donde se anota la identificación de cada muestra en correspondencia con la respectiva fila de agujeros. Una vez llenos todos los orificios, se coloca la tapa de la caja, sellando los bordes con vaselina (petrolatum). Debe tomarse la precaución de depositar en el centro de la cara interior de la tapa, una gota de agua a fin de mantener adecuada humedad.

La caja así acondicionada, se conserva en estufa a temperatura controlada de 79° F (26° C) y a las 48 horas se procede a la observación microscópica.

Esta se practica directamente sobre la caja y se halla el porcentaje promedio de la germinación producida en los 4 orificios correspondientes a una misma muestra, haciéndose el recuento sobre 25 granos tomados al azar en cada orificio. Se registran también datos sobre tubos polínicos reventados y sobre la relación entre el largo del tubo polínico y el diámetro inferior del grano.

En Gulfport se usa como medio de germinación, una solución acuosa de agar y sacarosa y la siembra se practica sobre una gota de dicha solución antes de solidificarse, que se vierte sobre un portaobjeto, operándose a razón de dos gotas para diferentes muestras, por portaobjeto.

Los recuentos se practican en la misma forma descripta, pero al no haber repeticiones, no se hace necesario promediar los datos.

En la aplicación de las técnicas de hibridación, surge la mayor comodidad y conveniencia del trabajo en un huerto semillero que en un área de producción de semilla. En efecto, el tratamiento que reciben las plantas en un huerto, semejante al que reciben las plantas frutales, tiene por finalidad la mayor producción de flores femeninas en posiciones lo más accesibles posible, a despecho de la forma de la copa, que ya no interesa desde el punto de vista genético, desde que se trata de plantas sobresalientes cuya forma externa se ha modificado debido a causas artificiales.

Otra cosa sucede en las áreas de producción de semilla cuando en ella se desea realizar trabajos de hibridación, o en el caso de plantas superiores seleccionadas en los montes, a las cuales es preciso subir en diversas oportunidades, valiéndose de equipos especiales constituídos por escaleras de aluminio en tramos de 3 metros enchufables, cinturones de seguridad, sogas, etc. En muchos casos es menester montar 5 y 6 tramos de dicha escalera para alcanzar las primeras ramas de la copa. Esta operación envuelve riesgos y a veces presenta serias dificultades para el trabajo en lo alto de la copa con la consiguiente incomodidad para realizar una tarea eficiente. Es preciso hacer una ascensión previa para observar el estado de las flores; luego, en el momento oportuno, volver a subir para embolsar, después para polinizar, más tarde para extraer la bolsa y por último, a los dos años, para cosechar los conos. Muchas veces el uso de unos buenos prismáticos de campaña constituye un valioso auxiliar en las inspecciones.

En un huerto semillero todos estos inconvenientes prácticamente se anulan, con la ventaja de que en un área reducida, perfectamente accesible y comparable a un parque, se puede encontrar sin mayor trabajo una gran cantidad de semilla de calidad, proveniente de numerosos árboles selectos en los bosques, diseminados en muchas leguas a la redonda, que gracias a la técnica del hombre se hallan ahora concentrados en un jardín.

La inducción temprana de flores femeninas en cantidad, es una cuestión que está mereciendo gran atención en todos los sitios donde se trabaja en mejoramiento de pinos o álamos. En este sentido he observado en Athens, Ga. y en la Estación Experimental de Petawawa en Chalk River, Ont., Canadá, y también en Duncan, Isla de Vancouver, una serie de procedimientos aplicados sobre distintas especies y muchos de ellos basados en la inflicción de un daño a la planta, ya sea en la raíz, en el tronco o en las ramas o simplemente en las yemas. Es así cómo se aplica la poda de raíces, la incisión anular en ramas, el estrangulamiento mediante una atadura de alambre en el tronco y ramas, la inversión de un trozo de corteza y también el pellizco de las yemas. En algunos casos se ha conseguido un relativo efecto positivo sobre la abundancia de floración, pero he podido apreciar que la aplicación de estos procedimientos resulta casi siempre en serios daños a las plantas con peligro para su integridad y sobrevivencia. El método más natural y que demuestra ser más eficaz es la aplicación de fertilizantes en determinadas cantidades y proporciones de nitrógeno, fósforo y potasio. Se ha comprobado que una combinación rica en nitrógeno resultó más efectiva que otra demasiado abundante en fósforo en comparación con los otros elementos.

En la Estación Experimental de Petawawa en Chalk River, Ont., Canadá, el señor Mark Holst, a cargo de la Sección de Mejoramiento Forestal, comprobó que fuertes dosis de nitrato de amonio aplicado justo antes de la floración, ejercía un

efecto muy favorable para promover una mayor abundancia de flores en aquellas plantas en edad normal de florecer. Con el propósito de provocar un adelanto en la edad de la floración, se está estudiando en el mismo establecimiento el efecto de someter a las plantitas a días cortos y a largos períodos de oscuridad, así como también al uso de antiauxinas.

En Maple, Ont., Canadá, el doctor Heimburger realiza interesantes ensayos con los pinos más aptos para esa zona, con el objeto de obtener la más temprana producción de flores femeninas. Obtuvo sorprendentes resultados con el siguiente procedimiento: sobre un portainjerto constituído por una plántula de "pino blanco del este" (*Pinus strobus*), injerta de "cabeza" (cleft grafting) un brote del mismo pino, pero con la particularidad de colocarlo invertido, y sobre éste injerta el pino que desea propagar (*P. excelsa, P. peuce, P. parviflora*, etc.) que son compatibles con el *P. strobus*, obteniendo floración femenina a edad muy temprana. He visto conos obtenidos (aún verdes) sobre plantas así tratadas, en injertos de 2 años. El mismo doctor Heimburger, en un pequeño huerto semillero experimental, está usando como planta portainjertos a *P. sylvestris* para injertar sobre él brotes de *P. excelsa* y de otros pinos blancos, habiendo observado que existe una compatibilidad manifiesta entre el porta y algunos individuos cuyos brotes prenden mejor que los de otras plantas de pino blanco. También consigue de esta manera, adelantar la edad de floración.

En la Estación Experimental de Petawawa, el doctor Donald Fraser está llevando a cabo interesantes estudios sobre las auxinas presentes en los puntos de crecimiento de los árboles durante la época de la floración. Se están analizando los tejidos de árboles maduros con referencia a su contenido en auxinas y en otros compuestos químicos, productos de la actividad fisiológica en esa etapa del ciclo evolutivo, con el propósito de utilizar dichos datos en el diseño de experimentos tendientes a acelerar la floración de individuos jóvenes.

En Athens, Ga., ayudando al doctor Zak, del Athens Research Center, a efectuar un recuento de flores femeninas y masculinas en un pequeño huerto semillero de *P. echinata*, fue dable observar una notable variación en precocidad de floración, entre clones originados de una misma progenie, circunstancia que sugiere una positiva selección en ese sentido, creyéndose que se trata de una característica regida por factores hereditarios.

Algunos otros estudios sobre pinos y otras coníferas observados durante la beca

Además del crecimiento, un importante factor que incide en el rendimiento de pulpa para la industria papelera, es el peso específico de la madera. Con el objeto de conocer el mecanismo de la herencia de dicho carácter, el doctor R. Echols inició en la Harrison Experiment Forest, dependiente del Instituto de Genética Forestal de Gulfport, un interesante estudio sobre *P. palustris*. Seleccionó a tal efecto 4 árboles de bajo peso específico y otros 4 de alto peso específico. Se considera bajo peso específico un valor de 0,5 ó menos y alto peso específico, 0,6 ó más. Para determinar el peso específico, se tomaban con barreno de Pressler de 8 mm de diámetro, muestras a 0,90 m del suelo, adoptándose dicha altura y no 1,30 m, con el objeto de no provocar disturbios en la corteza a la altura del pecho, que pudieran entorpecer las medidas de diámetro que se hacían para otros estudios. Por otra parte, esa altura de 0,90 m representa el punto medio del primer trozo para pulpa. Las muestras se tomaban en dos sitios diametralmente opuestos del tronco y luego se dividían en tres porciones (externa, media e interna), promediándose los datos de porciones equivalentes de ambos lados del árbol. Con los árboles así seleccionados se procedió a efectuar todos los cruzamientos posibles en ambas direcciones, o sea lo que en inglés se denomina "diallel crosses", utilizándose para ello la mayor cantidad de flores, a fin de obtener una numerosa progenie. Posteriormente se procederá a estudiar el carácter en cuestión en la F_1 y en generaciones sucesivas.

El mismo doctor Echols en Gulfport, el doctor Bruce Zobel en el Texas Forestry Service y en la Escuela Forestal de la Universidad de Carolina del

Norte, como asimismo el doctor Maxon Pillow en el Laboratorio de Productos Forestales que el Servicio Forestal Federal posee en Madison, Wisc., arribaron a resultados semejantes en sendos estudios sobre la correlación existente entre el peso específico en *P. palustris* y *P. taeda* principalmente, y otros factores y características de los árboles. Así concluyeron que existe una correlación casi perfecta entre el peso específico tomado a 1,30 m del suelo y el de otras porciones del árbol; no se halló correlación entre peso específico y los siguientes factores: calidad de sitio donde crece el árbol, velocidad de crecimiento de individuos de la misma edad y longitud de fibra. En cambio existe correlación entre peso específico y edad, o sea que la madera de un árbol joven es menos densa que la de un árbol adulto, ya que este factor está íntimamente ligado a la proporción de madera de primavera y de verano de un árbol y que en un ejemplar joven esa proporción se inclina hacia la madera de primavera, que es menos densa. También se encontró que en un mismo individuo la densidad de la madera crece en proporción que se aleja de la médula, hasta estabilizarse a cierta distancia de la misma y que existe una estrecha correlación entre la densidad de la madera de las ramas y del tronco a la altura de inserción de aquéllas. Esta última relación es de aplicación práctica en el caso de estudio de densidad de árboles selectos, a fin de evitar daños en sus troncos para extraer las muestras, pudiendo aplicarse un coeficiente de correlación sobre el peso específico hallado para las ramas.

— En el Centro de Investigaciones de Macon se halló una correlación positiva entre el peso específico de la madera de pino (*P. elliottii*) y el renmiento de pulpa. Asimismo la herencia del largo de las traqueidas en *P. elliottii* y *P. taeda* muestra una estrecha correlación de dicha característica entre los progenitores y su progenie y también entre los híbridos *P. elliottii* × *P. taeda*, respecto de sus padres.

— En Crossett y Alexandria he observado ensayos de pinos provenientes de semillas tratadas con distintas concentraciones de rayos X y de ondas ultrasónicas, y también con colchicina, con el objeto de inducir mutaciones, pero aún no era posible identificar ninguna anormalidad que pudiera atribuirse a tales tratamientos.

— En la Harrison Experiment Forest colaboré con el doctor Bayne Snyder en la plantación de un ensayo tendiente a determinar variaciones raciales entre familias y entre progenies pertenecientes a la misma familia en *P. elliottii* procedente de diferentes localidades geográficas. El ensayo fue plantado de acuerdo con el diseño conocido como bloques compactos de familia, en el cual las parcelas principales constituídas por las familias están subdivididas en parcelas menores formadas por las progenies. El ensayo fue plantado con 6 repeticiones.

Se tomarán en consideración diferentes características morfológicas como base para una posible diferenciación racial, siendo las principales, velocidad de crecimiento, porte general de la planta, diferencias en largo de las agujas y número de dientecitos de las mismas, así como en ciertas observaciones de su constitución interna referidas a diámetro y ubicación de los conductos resiníferos, etc.

— Con el doctor Snyder practiqué también la técnica rápida para realizar observaciones de cromosomas en distintas fases de la división celular en las células madres del polen, obtenidas de amentos de *P. elliottii* en proceso de maduración.

— La importancia del origen geográfico de la semilla merece también especial atención en los estudios que se vienen realizando en la Estación Experimental de Petawawa, en Chalk River, Ont., Canadá, con numerosas coníferas nativas e introducidas a la región y cuyo cultivo resulta interesante para subvenir a necesidades madereras y papeleras. Sobre el particular he observado una serie de experimentos que se están llevando a cabo con *Pinus sylvestris*, cuya semilla procede de muy diferentes localidades del norte de Europa y Asia; con *Picea excelsa* de Noruega; *Larix europea* del centro y norte de Europa; y con las esencias nativas *Picea glauca, Picea rubens, Pinus resinosa, P. banksiana, P. strobus*, etc. Se está planeando asimismo otro experimento en gran escala sobre

este importante asunto con *Picea glauca*, a ser plantado en 15 localidades diferentes en la zona de los Grandes Lagos. Este tipo de estudios será, no solamente valioso para obtener mejor calidad de semilla para propósitos de reforestación, sino también para lograr un mejor conocimiento de las poblaciones genéticas con fines de mejoramiento. También se ha realizado un interesante estudio sobre hibridación introgresiva entre *Picea rubens* y *P. mariana*, habiendo podido observar en un experimento plantado hacía doce años, varios individuos híbridos con características intermedias entre las de ambos progenitores.

— También en la Estación Experimental de Petawawa se está estudiando intensamente el serio problema que crea a la propagación de *Picea excelsa* de Noruega, los fuertes ataques de un "gorgojo" y a raíz de ello se está intentando el cruzamiento de dicha especie, que es muy valiosa por su calidad y por su plasticidad, con la nativa *Picea glauca* y *P. pungens* de Colorado (EE. UU.) que son resistentes al insecto.

— En la Estación Experimental de Maple, Ont., el doctor Heimburger me explicó los estudios que está llevando a cabo sobre resistencia de *Pinus strobus* al hongo *Cronartium rubicola* que ocasiona la roya de dicho pino y que necesita como huésped intermediario a *Ribes* sp. Provoca la infección plantando al pino junto con el huésped y continúa las observaciones con aquellas plantitas que se manifiestan inmunes o muy resistentes al ataque.

— Con los señores Holst y Yeatman de la Estación Experimental de Petawawa, participé en una gira que abarcó una amplia región de la Columbia Británica colaborando en la recolección de conos de *Picea glauca* y *P. engelmani* y de los híbridos naturales entre las mismas, tomándose nota de las características geográficas y climáticas de cada localidad donde se los hallaba, como una etapa preliminar para un estudio de introducción y aclimatación de la segunda de las especies nombradas a las condiciones ambientales de Ontario.

2) **ALAMOS**

Dentro de los álamos nativos de los Estados Unidos, el que reviste mayor importancia para nuestro Delta es el conocido como "álamo Carolina", denominado en el Norte como "Eastern cottonwood", y cuyo nombre latino, según la nomenclatura aprobada y recomendada por la F. A. O. es *Populus deltoides*, subsp. *angulata*, cv. *carolinensis*, perteneciente a la sección de los álamos negros o Aigeiros. A esta especie colectiva (*P. deltoides*) se la encuentra diseminada en una amplia zona de los Estados Unidos, que abarca todo el este desde el centro norte al centro sur, comprendiendo gran cantidad de variedades, formas y cultívares que complican su panorama sistemático. Su área de distribución comprende localidades de muy diferentes condiciones ambientales, incluyendo regiones secas para el hábito normal o promedio de este género, como ser en el Estado de Texas; también zonas de clima muy similar al del Delta del Paraná, razón por la cual se considera que es una de las especies de álamos más interesantes para ser plantadas en el Delta o para usarla como base genética en un plan de mejoramiento.

En la segunda parte de este informe se proporcionan algunas ligeras referencias sobre la experiencia que sobre esta especie se tiene en el Delta, ya que fue tal vez el primer álamo plantado en la zona.

Durante la beca he tenido oportunidad de visitar estaciones experimentales y centros de estudios donde se desarrollan planes genéticos con esta especie y también con otros importantes álamos nativos de Estados Unidos y Canadá tales como: *Populus tremuloides* o "aspen" o "álamo temblón americano", perteneciente a la Sección Leuce o de los álamos blancos; *P. grandidentata*, de la misma sección; y los balsamíferos o de la Sección Tacamahaca, *P. tacamahaca* o *balsamifera* y *P. trichocarpa* o "western cottonwood".

También se está trabajando con los conocidos híbridos italianos y con algunos álamos blancos europeos, como ser: *P. alba* y *P. tremula* o "temblón europeo".

Visita al Centro de Investigaciones de Stoneville, Miss.

En enero de 1960 realicé la visita a este centro, ubicado en el valle del río Mississippi a unos 12 kilómetros de la ciudad y puerto de Greenville, dentro del impropiamente llamado Delta del Mississippi. En efecto, si bien en esta parte del curso del citado río existen islas formadas por los numerosos meandros unidos por canales artificiales o brazos secundarios naturales, no constituyen el clásico Delta de las desembocaduras de los ríos como en el caso del río Paraná. En el delta que nos ocupa las islas son de suelo y vegetación completamente distintos a los de nuestro Delta. Se trata de islas altas que rara vez, sólo en las épocas de grandes crecientes del río, son inundadas, siendo su suelo franco arenoso y en muchos sitios marcadamente arenoso. La vegetación natural herbácea y arbustiva recuerda a la de los altos albardones de nuestro Delta, encontrándose también formaciones de *Populus deltoides* y *Salix nigra* (muy similar a *S. humboldtiana*), *Liquidambar*, *Liriodendron*, etc.

La Estación Experimental de Stoneville, en su aspecto forestal se ocupa exclusivamente del estudio de latifoliadas, siendo su director el señor J. S. McKnight y los principales técnicos forestales, los señores John Putnam, especialista en latifoliadas en general y Louis C. Maisenhelder, especialista en álamo. Con este último pasé la mayor parte de mi visita, ya que sentía particular interés por los estudios que allí estaban realizando con el *Populus deltoides*.

El principal objetivo perseguido en esta Estación Experimental es la selección y propagación de los mejores ejemplares del citado álamo que se localicen en las formaciones espontáneas y la comparación de los clones resultantes con los más prestigiosos clones de especies e híbridos nacionales y extranjeros. No se llevan a cabo investigaciones sobre hibridaciones controladas.

De acuerdo con la experiencia recogida de las observaciones y estudios realizados, han establecido normas para la selección de árboles superiores y de estacas de estos mismos árboles. Sintéticamente estas normas son las siguientes:

1) El árbol debe estar ubicado en una formación o plantación bien poblada.
2) Su posición con respecto al vuelo forestal debe ser dominante o codominante.
3) Debe manifestar rápido crecimiento tanto en diámetro como en altura.
4) Debe ser vigoroso con copa completa y bien desarrollada, y presentar corteza fuerte y sana.
5) Debe ser de buen porte con tronco largo, derecho y limpio de ramas.
6) Debe tener una relación entre largo de copa y tallo relativamente baja, adoptándose el valor de 1/3 como guía general. El número de ramas debe ser relativamente escaso y presentar la evidencia de que la limpieza del tallo mediante poda natural ocurre fácilmente.
7) Debe tener por lo menos 10″ (25 cm) de diámetro a la altura del pecho.

Las estacas de estos árboles deben ser seleccionadas preferiblemente de ramas de 1 año de crecimiento y de diferentes posiciones en la copa (superior, media e inferior) para ensayar la diferente capacidad de enraizamiento.

También se han establecido normas para la selección de plantitas superiores y de estacas de las mismas.

1) No debe ser mayor de 3 años de edad.
2) Debe estar ubicada en un "stand" bien poblado de manera que su aparente superioridad refleje ya un intenso proceso de selección.
3) Debe ser una planta dominante.
4) Debe manifestar un vigor general extraordinario y hacer suponer que ha de continuar aventajando en crecimiento a la mayoría de las otras plantas con las cuales está asociada. Debe formar parte del mejor 10 % de las plantitas existentes en el "stand".
5) Debe presentarse libre de daños de insectos y enfermedades.
6) Debe tener un diámetro suficiente para rendir estacas no menores de 3/8″ (9,3 mm) de diámetro en su extremo más delgado.

Allí obtienen buen éxito con estacas de hasta 3 años de edad, mientras que en el Delta del Paraná, hemos comprobado precisamente en *P. deltoides* que estacas con madera de dos años ya ofrecen serias dificultades para el enraizamiento.

Cuando extraen estacas de árboles selectos maduros encuentran pobre porcentaje de enraizamiento, pero a partir de estacas de esas condiciones que hubieran prendido, obtienen al año siguiente o al segundo año una nueva producción de estacas que enraíza perfectamente.

Con el señor Maisenhelder y su ayudante John Gammage visité el área experimental del Centro de Investigaciones, ubicada en la Archer Island en el lago Ferguson que es un brazo del Mississippi, donde observé una colección de clones híbridos italianos y un ensayo comparativo de crecimiento entre los mismos y diferentes clones de *P. deltoides* provenientes de estacas obtenidas de plantas selectas de 25 años de edad. Me llamó la atención el extraordinario desarrollo alcanzado tanto por los híbridos como por los "Carolinas" que en 1 año de plantados presentaban algunos arbolitos de 5 m de altura y casi 2" de diámetro. Resulta evidente que el suelo arenoso y profundo, si bien muy diferente a los nuestros del Delta, asegura a los álamos crecimientos tanto o más vigorosos que en nuestro caso.

Para mayor ilustración se ofrecen los promedios de alturas alcanzados en 1 año de plantación por especies e híbridos y por los clones selectos de *P. deltoides.*

Colección de álamos	*Alturas m*	*Selección de « P. deltoides »*	*Alturas m*
P. bacchelieri	3,42	C F 1	3,78
P. erecta serotina	2,88	2	4,71 [1]
P. eugeneii (Inglaterra)	2,97	3	3,45
P. gelrica	3,33	4	4,50
P. marilándica	3,39	5	4,50
I 154 (Mussolini)	3,30	6	3,54
P. regenerata (uecroeterch)	3,36	7	3,69
P. serotina	2,94	8	3,60
I-214	3,66	Promedio	4,05
P. nigra (?)	3,00		
P. eugeneii	2,94		
P. robusta	2,91		

[1] La planta madre era de 26 años y tenía 26" (65 cm) de diámetro y 108 pies (32,4 m) de altura.



Archer Island, Delta Miss. « Populus deltoides » de 3 años (plantado). *Foto A. E. Alonzo*

Personalmente solicité estacas de estos *P. deltoides* selectos para ser ensayadas en el Delta del Paraná, interesándome especialmente por los clones femeninos (el "Carolina" difundido en Argentina, es un clon masculino), pero lamentablemente no se ha registrado el sexo de las plantas madres, que ya han sido cortadas, no quedando otro recurso que esperar a que florezcan las nuevas plantas originadas por estacas, para poder conocer su sexo. De todas maneras solicité que se incluyan algunas estacas de la mayor variedad posible de clones, con el fin de ampliar la posibilidad de conseguir algún clon femenino.

En los ensayos de plantación de clones de híbridos y de selecciones de *P. deltoides* se ha seguido un diseño experimental recomendado por F.A.O.



Archer Island, Delta Miss. «Populus × euramericana» I 214 en la colección del Stoneville Research Center. *Foto A. E. Alonzo.*

y de acuerdo con ello se han plantado dos bloques con 22 tratamientos cada uno, lo que hace un total de 44 parcelas en dos repeticiones. Cada parcela consta de 36 plantas espaciadas a 3 × 3 m y si no fuera posible plantarla completamente con el mismo clon que desea ensayarse, se usarán sólo 4 plantas del clon ensayado sobre las que se harán las determinaciones hasta el final del estudio. Las plantas restantes hasta completar las 36, serán de relleno y estarán constituídas por otro clon (el que ofrezca mayor cantidad de material). Las cuatro plantas principales de cada parcela tendrán una posición idéntica en todas las parcelas quedando espaciadas a 9 × 9 m. Más o menos cada 5 años o cuando sea necesario, de acuerdo con el desarrollo de la plantación, se practicarán raleos, desde luego sobre las plantas de relleno, estableciéndose que las plantas raleadas deberán alcanzar, para ser extraídas, tamaños comerciales (para pulpa), admitiéndose que algunas plantas menores podrían ser removidas si así lo exige el correcto desarrollo de la masa.

Dentro del área de la Estación Experimental existe una formación natural de latifoliadas que cumple funciones de bosque experimental. Es un bosque mixto integrado por una gran cantidad de esencias frondosas, pudiendo citarse entre otras a: robles de varias especies, plátano, tulipanero, liquidambar, fresnos y también álamo Carolina y sauce negro. Este bosque se halla bajo ordenación y en él se realizan todos los estudios conducentes a hallar el mejor método para el manejo de un bosque mixto de este tipo. También se han llevado a cabo algunos ensayos de sustitución de la formación natural por plantaciones de álamo Carolina, pero los resultados, aunque no constituyen un completo fracaso, no permiten aconsejar la adopción de tal procedimiento en sitios de calidad como ese, que se caracteriza por su suelo de constitución fuertemente arcillosa. En efecto he observado plantaciones de *P. deltoides* realizadas con esta finalidad con un desarrollo demasiado pobre en comparación con el alcanzado en sitios de suelos franco arenosos co-



Archer Island, Delta Miss. Vista de la vegetación natural de la isla. El cerco es para defender al área experimental contra los ciervos. *Foto A. E. Alonzo.*

mo los de la Archer Island. En este caso, a los 17 años de edad sólo presentaban un diámetro medio de alrededor de 20 cm y altura de 18 a 20 m.

Un estudio muy interesante que tiene a su cargo el especialista en suelos señor Walter Broadfoot consiste en la determinación de los llamados sitios de calidad o sea la capacidad del suelo, afectada por su constitución físico-mecánica y química y por ciertas circunstancias fisiográficas, para producir en una especie dada, un determinado crecimiento. Está realizando el estudio para cada especie latifoliada de la zona, con especial atención para aquellas que resultan económicamente más interesantes y, entre ellas, para *Populus deltoides*. Para confeccionar el mapa de sitios de calidad o de productividad se toma como factor primordial de comparación, la altura que alcanzan los árboles a la edad de 30 años, para el caso de álamo Carolina.



Archer Island, Delta Miss. «Populus deltoides» de 1 año, de estaca proveniente de árboles selectos. *Foto A. E. Alonzo*



Stoneville, Miss. «Populus deltoides» de 17 años de edad plantado en suelo arcilloso. *Foto A. E. Alonzo*

La altura de un árbol maduro es la medida que proporciona la mejor idea acerca de la calidad de un suelo ya que es la característica de un "stand" que menos se ve afectada por el tipo de tratamiento a que es sometido el mismo, no así el diámetro que varía enormemente según sea el manejo del bosque.

De acuerdo con este concepto se han clasificado los suelos que componen la llanura inundable del río Mississippi según su constitución físico-química, asignándosele valores de sitios de calidad representados por la altura promedio que alcanza una formación, en este caso de *P. deltoides* de 30 años, sustentada por cada tipo de suelo. Dentro de la clasificación general, a los suelos se les da nombres

de significación local, correspondientes a los lugares o localidades geográficos donde se ha hallado el primer ejemplo típico de cada una de las categorías que integran la clasificación o referente a alguna cualidad física saliente.

Es así como a los suelos de esa zona se los ha dividido en 6 grandes grupos atento sus características físico-mecánicas y cada grupo comprende a varios tipos con la designación de la localidad.

Los grupos son: 1) suelos flojos impregnados (arcillosos); 2) terraplenes naturales recientes (de arenosos a franco limo-arcillosos); 3) terraplenes naturales antiguos; 4) depresiones; 5) suelos despojados de loess por lavado, que a su vez se subdividen en dos subgrupos, *a*) franco limosos y *b*) mezcla de arena y limo. Dentro de estos grupos de suelos se ha hallado el mejor sitio de calidad para el álamo Carolina en el número 2 o de terraplenes naturales recientes y dentro de éste, en el tipo denominado *Commerce* que corresponde a un suelo franco limoso, pH 7-8, con valor de 120 pies (36 m) de altura para los "stands" de la citada especie allí sustentados. Otro buen sitio de calidad con alturas de 115′ a 120′ (34,5 a 36 m) se encuentra en el grupo número 5), subgrupo *a*) o sea en los suelos despojados de loess por lavado, franco limosos y, dentro de esta clasificación en el tipo denominado *Collins* que corresponde a los moderadamente bien drenados. El más pobre sitio de calidad hallado dentro de esta zona, con un valor de 90 pies (27 m) corresponde al primer grupo o suelos flojos impregnados (arcillosos), tipos denominados *Sharkey* de color gris oscuro y *Alligator* de color gris claro con profundidades de la arcilla de 4 pies (1,20 m) y más.

Estos tipos de clasificación de suelos en base a la productividad resultan sumamente prácticos ya que, estableciendo una relación *a posteriori* entre su composición físico-mecánica y química, y el desarrollo de una especie determinada, es posible, haciendo los necesarios estudios de correlación, predecir con gran margen de seguridad, la producción futura de un suelo despoblado de vegetación arbórea dentro de las mismas condiciones climáticas.

En materia de sanidad, referente siempre al álamo Carolina, el entomólogo Robert Morris me explicó el estudio que ha llevado a cabo sobre la posibilidad del uso de un producto químico de acción sistémica para el control del taladro de las ramitas en los álamos jóvenes (*Gypsonema haimbachiana*). El producto usado es el polvo Carbón 44 de Thimet producido por la American Cyanamid Company. Se trata de un polvo fino de carbón activado y 44 % de Thimet que se usa empolvando la estaca hasta la mitad inferior de su largo, antes de ser plantada. Aunque los ensayos fueron establecidos para el control del taladro de las ramitas, es evidente que la mala conformación que a veces adquiere el álamo, no es solamente debido a este insecto. Fue también observado el control de otros insectos tales como el "escarabajo nocturno de las hojas" (*Metachroma* sp.), el "escarabajo común de la hoja" (*Chrysomela scripta*), el "taladro del tallo" (*P. dollii*) como así también de otros insectos algunos de los cuales parecen ser responsables de ciertas enfermedades de virus. El tratamiento asegura una inmunidad contra los insectos citados, que sólo se extiende por seis meses, vale decir durante el primer período de crecimiento. No se aconsejan posteriores tratamientos hasta tanto se hagan los estudios pertinentes que aseguren la eficacia de los mismos, en cuyo caso se conseguiría una inmunidad más prolongada, que haría más interesante el uso del producto mencionado. En este sentido se están encarando una serie de nuevos ensayos.

Con respecto a enfermedades, no se mencionan serios ataques para el álamo Carolina, ni aún de "roya" (*Melampsora* sp.) que tanto ha diezmado a nuestras primeras plantaciones de dicha especie en el Delta del río Paraná. Se comporta como inmune o muy resistente a la mayoría de las enfermedades que ocasionan graves daños en otras especies de álamos (cancrosis, bacteriosis, etc.).

Estudios sobre álamos en el Athens Research Center, de Athens, Ga.

Las investigaciones sobre latifoliadas de este Centro, están a cargo del señor R. McAlpine con quien visité algunas formaciones naturales cerca de Greensboro, Ga. donde también existe un área ex-

perimental destinada a ensayos de plantaciones. En dicho campo visité una pequeña plantación experimental de *Populus deltoides* cuyas estacas fueron recibidas de Stoneville. Tenía 4 años de edad y registraban un buen comportamiento en un suelo adecuado franco-areno-arcilloso, regado periódicamente por las aguas del cercano río Oconee; la altura alcanzada a esa edad por las plantas más desarrolladas era de 40 pies (12 m), siendo la altura promedio de alrededor de 10 m. En esta zona las plantas debían ser protegidas contra el ataque de los castores, que representan un serio problema en las plantaciones que se realizan cerca de los cursos de agua. La protección consistía en una envoltura de alambre tejido que cubría al tallo hasta una altura de 80 cm. Podían observarse algunos arbolitos, que no habían sido protegidos, cortados y arrastrados lejos del lugar, por los mencionados roedores.

En cercanías del mismo río he observado interesantes formaciones naturales de álamo Carolina, algunos de cuyos ejemplares alcanzaban medidas gigantescas, particularmente uno que medía 1,20 m de diámetro a la altura del pecho y alrededor de 35 m de altura, siendo su edad de unos 75 años más o menos. Es posible también observar en los álamos de esta zona el "aging" como llaman allá al efecto de la edad avanzada, puesto que después de los 70-80 años, los árboles muestran signos de decadencia y decrepitud. A juzgar por los pocos ejemplares de álamo Carolina de avanzada edad que han quedado en el Delta del Paraná, como testigos de antiguas plantaciones de esta especie, la longevidad de los individuos sería similar a la que registran en la zona comentada, dentro de su área de difusión natural, ya que en nuestras islas dichos ejemplares alcanzan edades de alrededor de los 65-70 años demostrando aún vigor y lozanía.

En la misma formación visitada existían, en asociación con los álamos, grandes ejemplares de otras latifoliadas, como ser: robles, plátanos, tulipaneros, liquidámbares, etc.

En el campo experimental anexo al Centro de Investigaciones de Athens, el señor McAlpine, estaba realizando un interesante estudio sobre el efecto del ángulo de inclinación de la estaca de álamo Carolina, sobre su capacidad de enraizar. Se ha observado que existe cierta dificultad en el enraizamiento de las estacas de este álamo y que podría existir un efecto de movimiento de auxinas que provocarían la mayor o menor facilidad para emitir raíces y que ese movimiento podría ser afectado por la inclinación de la estaca con respecto al suelo. Conversando sobre este problema con el señor McAlpine, surgió que no habría conexión posible con idéntica observación y suposiciones acerca de las causas, que ya se habían realizado en el Delta del Paraná, puesto que no existirían antecedentes bibliográficos sobre el particular, de acuerdo con lo informado por el propio señor McAlpine. El ensayo estaba recién plantado y aún no era posible deducir ningún resultado. En el Delta se había observado, aunque sin comprobación estadística, que un ángulo de 45 grados, favorecía la emisión de raíces, en estacas de álamo Carolina de difícil enraizamiento.

Visita al Instituto de Química del Papel en Appleton, Wisc.

Esta visita la dediqué a interiorizarme especialmente de la labor que desarrolla su Sección de Genética que está a cargo del doctor Philip Joranson secundado por J. P. van Buijtenen y D. W. Einspahr.

La mayor parte del trabajo genético que lleva a cabo esta sección se relaciona con álamos y en especial con los de la Sección taxonómica Leuce, principalmente con el álamo nativo *Populus tremuloides* o "temblón americano", siendo el fundamental objeto de su labor el estudio de las características genéticas y el mejoramiento de su calidad en relación con la aptitud papelera.

En las cercanías de Appleton el Instituto posee un vivero y campo experimental conocido como Greenville nursery, donde pude observar las plantaciones experimentales de *Populus tremuloides*, *P. grandidentata*, *P. tremula*, *P. tremula* × *P. tremuloides*, *P. alba*, *P. canescens* (híbrido entre *P. alba* × *P. tremula*, retrocruzado a *P. alba*). En el mismo campo existe una colección de *P. tremuloides* y *P. tremula* triploides.

En los álamos se presenta el mismo problema que en los pinos referente al comienzo normal de la floración, ya que en condiciones naturales es necesario esperar un largo período, entre 6 y 7 y más años, para la obtención de la F_2 en los cruzamientos, lo cual representa un importante escollo en los estudios genéticos. Por esta razón se busca con gran interés métodos que permitan acortar considerablemente dicho período, tratándose en resumen, de los mismos procedimientos que vienen siendo ensayados para pinos, es decir: incisión anular, estrangulamiento, inversión de un anillo de corteza, etc., que están siendo aplicados en las ramas laterales, para evitar ocasionar daños en el tronco principal, ya que muchas veces resultan en roturas de las ramas así tratadas. Aún no se observan respuestas significativas de las plantas a estos procedimientos.

Otra de las labores a las que se le asigna extraordinaria importancia, es la búsqueda de individuos triploides, especialmente en *P. tremuloides*. Se han hallado árboles triploides en los bosques naturales, habiendo estudiado las bases para su correcta identificación fenotípica, que en resumen se refieren a su visible mayor crecimiento y a sus hojas de mayor tamaño en comparación con las del tipo promedio, adoptando las debidas precauciones a fin de descartar a ciertas causas no genéticas que pueden influir en el tamaño de las hojas, razón por la cual debe hacerse la comparación entre hojas de determinada posición en la rama, debiendo a su vez elegirse una rama de determinada posición en la copa, y practicar la observación cuando las hojas han completado su desarrollo y sobre árboles que hayan pasado su etapa juvenil. Como la propagación del *P. tremuloides* es preferentemente clonal, por rebrotes originados en un mismo sistema radicular después que los bosques mezclados con coníferas son talados, hay áreas boscosas donde no es posible hallar una gran variación, que es fundamental para una eficiente selección. Por consiguiente la variación encontrada puede ser debida exclusivamente a causas ambientales, cuando se las observa dentro de un mismo clon, y a la suma de causas ambientales y genéticas cuando se las halla entre clones diferentes. Esta circunstancia a veces ayuda a la búsqueda pues cuando se encuentra a un clon triploide, el grupo de árboles que lo integra, si no es muy numeroso, puede ser fácilmente diferenciado del resto de la masa, por su mejor desarrollo y por la comparación de sus hojas. Estas investigaciones se basan en el descubrimiento de triploidía natural en el "temblón europeo" (*P. tremula*) en Suecia por Nilson-Ehle y en los estudios de Müntzing y Johnson, quienes atribuyen mayor importancia taxonómica para identificar a un triploide, al tamaño de la hoja, pero en Estados Unidos se ha observado que el mayor crecimiento de la planta, constituye un rasgo tal vez más significativo.

Mediante experiencias de laboratorio también se ha conseguido inducir poliploidía en *P. tremuloides*, merced a tratamientos con colchicina, pero se ha encontrado que, al igual que en otras especies, resultan más valiosos por su mayor desarrollo los triploides que los tetraploides o que los que presentan otro tipo de poliploidía.

Todos estos estudios, como es lógico que suceda en el Instituto donde son llevados a cabo, están principalmente orientados hacia la obtención de líneas mejoradas de álamos que rindan mejor y más abundante materia prima para la industria papelera.

El estudio de las fibras ha demostrado que en el caso de los álamos triploides, éstas son un 26 % más largas y un 10 % más anchas que las de los diploides o árboles normales, no registrando diferencias en el grueso de las paredes de las fibras. Estas características superiores contribuyen a la fabricación de un papel de mayor calidad y resistencia, obtenido a partir del "quaquing aspen" o álamo temblón americano.

Pueden también citarse las mediciones realizadas en Suecia por Petrini sobre *Populus tremula* integrante de una formación natural de 57 años de edad, en la que se encontraron individuos triploides que excedieron a los diploides en un 36 % en volumen, 10 % en diámetro y 11% en altura.

En el laboratorio del Instituto tuve oportunidad de aplicar la técnica de recuento de cromosomas, sobre preparaciones partiendo de hojitas

nuevas de los brotes tiernos de *P. tremuloides*, tratadas por un procedimiento a base de paradiclorobencene a fin de acortar los cromosomas y separarlos; una mezcla de cloruro férrico, alcohol absoluto y ácido acético, como mordiente para tomar mejor la tintura de carmín acético. La observación microscópica se practica mejor con lentes de contacto con una gota de aceite de cedro. Una de las muestras que observé resultó corresponder a un triploide, siéndome posible identificar y contar hasta 53 cromosomas, lo cual ofrece garantía suficiente para afirmar que se trataba de un triploide ($3n = 57$, $n = 19$).

Completé mi estadía en Appleton con una interesante visita a la planta piloto para fabricación de papel, recibiendo de parte del técnico John Peckham, una acabada explicación de todo el proceso de la obtención de la pulpa y de la fabricación del papel, partiendo desde la recepción de los rollizos, perfectamente identificados de acuerdo con el individuo cuyas características papeleras se desea ensayar. Posteriormente recibí una detallada explicación sobre la labor que se realiza en el laboratorio de ensayo de papeles para determinar: resistencia al desgarramiento, resistencia al reventado, a la tensión y al doblado, elasticidad (relación entre el peso de la carga y el alargamiento producido), permeabilidad al aire, opacidad, tomado de la tinta, etc.

Visita a la Estación Experimental de Maple, Ont.

Esta Estación Experimental depende del Departamento de Tierras y Bosques de la provincia de Ontario, Canadá. Comprende varias secciones dedicadas a estudios de distintas especialidades, pero el propósito de mi visita fue interiorizarme de las investigaciones que allí se realizan en materia forestal bajo la dirección del doctor C. Heimburger. Ya me he referido en la parte correspondiente, a los estudios que el citado genetista está llevando a cabo con coníferas, especialmente con *Pinus strobus*. En esta oportunidad relataré sucintamente sus investigaciones con álamos. Su trabajo principal en álamos, lo está realizando con especies pertenecientes a la Sección Leuce, incluyendo los nativos *Populus tremuloides*, *P. grandidentata* y a los europeos *P. alba* y *P. tremula*.

Una de sus primeras preocupaciones fue la de reunir la más amplia colección de especies, híbridos y clones de los más variados lugares de correspondencia ecológica con la zona del sur de Ontario. Esta colección está plantada en extensos "populetum" donde existen más de 300 clones de *P. alba* y numerosos híbridos: *P. canescens* (*P. alba* × *P. tremula*), *P. tremula* × *P. tremuloides*, *P. generosa* (*P. trichocarpa* × *P. deltoides*), *P. robusta* (algún *P. nigra* × *P. deltoides*). La reunión de la más completa colección de material es el primer paso para un exitoso programa de mejoramiento.

El principal objetivo a alcanzar en estas especies de álamos principalmente en las de la Sección Leuce, es producir razas de rápido crecimiento, excelente porte, resistentes a varias importantes enfermedades y de fácil propagación por medio de estacas obtenidas de sus tallos y ramas, o sea buena capacidad de enraizamiento. La amplia colección reunida con ejemplares traídos de sus habitats originales, está siendo usada para realizar numerosos cruzamientos entre los álamos plateados y los temblones y entre los temblones entre sí. Se han encontrado algunos álamos plateados de fácil enraizamiento y otros de buen porte y velocidad de desarrollo.

Si bien la plantación comercial de álamos en Canadá es aún incipiente, uno de los objetivos del plan de mejoramiento es la producción masal de los más promisorios híbridos de semilla para satisfacer las demandas de los plantadores y los requerimientos de los planes genéticos. La importancia de seleccionar correctamente los ecotipos o razas geográficas, queda demostrada por el fracaso inicial para esa zona de Ontario del cruzamiento entre *P. tremuloides* y *P. tremula* de Suecia y el éxito posterior, cuando se usó *P. tremula* de zonas más meridionales de Europa, de latitud más correspondiente a esa parte de Ontario (alrededor de 43° N). También se han obtenido híbridos promisorios cruzando temblones nativos con otros provenientes de Corea y Japón (*P. davidiana* y *P. sieboldii*).

Otra de las principales preocupaciones del doctor

Heimburger es la floración precoz con el objeto de ganar un tiempo precioso en los trabajos genéticos. En este sentido se está trabajando con injertos, criando patrones de floración temprana para inducir anticipada producción de flores, en injertos obtenidos de interesante material básico para mejoramiento. En el sur de Ontario se ha encontrado una forma de temblón de marcada precocidad que florece a los 4 años. Haciendo cruzamientos combinados entre formas precoces y precoces × no precoces, se ha encontrado que este carácter es de herencia poligénica y de dominancia parcial. Si se injertan plantitas normales de temblón sobre patrones precoces, se ha observado un notable efecto ya que el injerto produjo flores a los 3 años, mientras que creciendo con su propio sistema radicular, florecía recién a los 15 años.

Otras veces para acelerar la floración con fines genéticos, procede a injertar ramas con yemas florales de viejos árboles sobre *Salix purpurea* que es un sauce arbustivo, y el injerto reduce su desarrollo permaneciendo enano, con lo cual facilita su manejo con el objeto de ser usado en los programas de hibridación. Sucede a veces que dos especies de álamo no son compatibles para ser injertadas, usando en tal caso el doble injerto con *Salix purpurea* como injerto intermediario. He observado un interesante injerto de este tipo, en el cual *P. alba* fue usado como porta-injerto para *P. tremuloides,* pero como no eran enteramente compatibles, se usó un injerto de *Salix purpurea* sobre *P. alba* y sobre el *Salix* se injertó el *P. tremuloides.* Como el *Salix purpurea* es de escaso desarrollo, la planta da la impresión de que estuviera estrangulada en la porción correspondiente al *Salix,* y el sobre injerto se ve también limitado en su desarrollo, lo cual significa una ventaja para los fines genéticos perseguidos, ofreciendo a la vez floración temprana.

Otro aspecto del programa de mejoramiento, consiste en la introducción dentro de la constitución genética de los álamos temblones, del carácter de fácil enraizamiento de los álamos plateados. Algunos álamos plateados plantados en Canadá y otros encontrados en Europa meridional han mostrado una buena capacidad de enraizamiento en estacas obtenidas de sus tallos. En cambio los temblones americanos presentan en general serias dificultades para ser propagados por estacas. El cruzamiento entre ambos ha demostrado la posibilidad de introducir en un híbrido dicho carácter, en virtud de que manifiesta una dominancia parcial. Ultimamente se han realizado experiencias sobre cruzamientos de híbridos entre *P. alba* × *P. tremuloides,* con *P. deltoides* y *P. trichocarpa* abriendo nuevas posibilidades de mejorar la capacidad de enraizamiento de los temblones, mediante la incorporación de dicho carácter de los "cottonwoods".

El doctor Heimburger me explicó el procedimiento que él sigue para realizar los cruzamientos controlados. Las plantas masculinas florecen antes que las femeninas y entonces recoge ramas masculinas y las lleva bajo invernáculo a temperatura de 15-20° C, con luz artificial. El objeto es cosechar el polen antes de que se pierda. El polen es recogido en bolsitas de papel "ad hoc" y luego es tamizado a través de malla fina (60 y 80 hilos por pulgada cuadrada). El polen es conservado a baja temperatura en desecador. Las ramas con flores femeninas son llevadas más tarde al invernáculo y colocadas en frascos con agua. Cuando las flores están receptivas, son extraídas del agua y se las cuelga en forma invertida atándolas con un hilo. De esta manera los amentos femeninos quedan colgando libremente, facilitando la tarea de la polinización que se realiza con un pincel blando, de la misma manera que se procede en el caso de los sauces. Una vez que el polen fue aplicado se vuelve a colocar las ramas en los frascos con agua y se espera de 2 a 3 semanas hasta que la semilla madura. En el caso de los álamos negros, el proceso demora alrededor de 2 meses. Muhle Larsen recomienda una técnica parecida, pero mediante la injertación bajo invernáculo (injerto en botella) de las ramas femeninas, pero admite que en álamos blancos es posible prescindir del injerto, usando solamente frascos con agua, según la técnica usada por Wettstein hace más de 20 años. Si se desea prescindir del injerto en álamos negros, deben usarse ramas bien vigorosas para no fracasar.

Una vez que las semillas están maduras, se re-

cogen y se limpian de las fibras que las envuelven, por frotamiento sobre un tamiz mediante una pieza especial de madera. Deben ser sembradas inmediatamente bajo invernáculo, en cajones con un medio de cultivo especial constituído por una cama de sphagnum finamente molido sobre buena tierra liviana. Las semillas germinan a las 24 horas y cuando las plántulas tienen pocos centímetros son repicadas a mayor espaciamiento en otros cajones siempre bajo invernáculo, hasta que cuando tienen unos 10 cm son trasplantadas al exterior, protegiéndolas hasta que se encuentren suficientemente aclimatadas.

El polen puede ser conservado durante largo tiempo en refrigerador a 20 °F bajo cero, pudiendo ser usado así en otras épocas posteriores de polinización.

En una gira realizada con el doctor Heimburger por el sur de Ontario, visitamos las plantaciones de álamos de la Ontario Paper Co. de 4 y 5 años de edad las mayores, que constituye uno de los primeros esfuerzos en plantaciones comerciales de álamos realizados en Canadá. En las plantaciones artificiales se da preferencia a los híbridos euroamericanos por su rápido crecimiento y por su facilidad de enraizamiento. En este caso la plantación estaba constituída principalmente por el clon de híbrido italiano nº 78 B, que resulta ser el mejor para esas condiciones ambientales. A pesar de que el suelo es bastante arcilloso, el crecimiento es aceptable, mostrando alturas de 6 a 7 m a los 4 años de edad. Entre otros híbridos, estaban también ensayando a uno de origen alemán (*P. laurifolia* × *P. generosa*).

En la península Long Point que se interna en el Lago Erie nos fue dado observar ejemplares espontáneos de *P. deltoides* subsp. *monilifera* creciendo en arenas puras sobre dunas a orillas del lago.

Visita al Vivero y Estación Forestal de Indian Head, Sask.

Este establecimiento perteneciente al Departamento de Agricultura de Canadá, está ubicado en la provincia de Saskatchewan, en el centro de la región de las grandes llanuras canadienses; tiene por principal objetivo la producción de árboles y arbustos superiores para ser usados en la plantación de defensa y cortinas rompevientos.

Topográficamente la región es muy similar a nuestras pampas y su actividad básica es la agropecuaria, especialmente cultivos de cereales y cría de ganado y uno de sus problemas deriva de la falta de árboles, de manera que los establecimientos de campo se ven obligados a plantar sus defensas que se opongan a la violencia de los vientos y a la erosión eólica. El promedio anual de lluvias de la zona es de 17 pulgadas (425 mm).

El Vivero está a cargo del genetista doctor W. H. Cram, asistido por el hibridador C. Lindquist, el entomólogo L. O. T. Peterson y el fitopatólogo P. J. Salisbury, siendo las principales especies con las que se trabaja en este establecimiento, *Caragana arborescens*, *Picea pungens* y *P. glauca*, *Pinus sylvestris* y *Populus* sp. Mi mayor interés consistía precisamente en observar las investigaciones que estuvieran realizando con este último género.

Han seleccionado 17 clones a partir de 80 híbridos y 40 especies mediante ensayos comparativos realizados sobre la base de su comportamiento y capacidad de enraizamiento. Los registros de un ensayo realizado en 1951 para seleccionar sobre la base de capacidad de enraizamiento, raleado a 4 × 4 pies demostraron que uno de los clones, el identificado como F N S-52 (una selección de *P. deltoides*) fue el mejor por su sobrevivencia, resistencia a enfermedades y vigor. Otros 3 clones: *38 P 38*, *P. tristis* y *P. gelrica* (Houtzager), se mostraron superiores en vigor al clon "Standard" del Noroeste. Para el registro de ataque de enfermedades y su interpretación estadística fue usado el sistema de rango, adoptando una escala de 0 a 5. Como dato ilustrativo se transcriben los registros del clon F N S-52: enraizamiento en 1951 = 78 %; sobrevivencia en 1956 = 94 %; ataque de enfermedades en 1956 (cancrosis) = 0; altura en 1956 (5 años de edad) = 25 ft. (7,50 m).

También se ha llevado a cabo un interesante estudio consistente en hallar el mejor método de almacenaje de estacas para su correcta conservación hasta la plantación. En este sentido se han tomado diferentes lotes de estacas que fueron someti-

dos a distintos tratamientos con fungicidas, en combinación con distintas condiciones de conservación. Los tratamientos fueron: captan, tersan, testigo (agua), semesan y sulfato de oxiquinolene. Las condiciones de almacenaje fueron: con arena en sótano a 41° F (5° C); ídem, pero a 31° F (— 0,5° C); en sótano, envueltas en polietileno a 41° F; ídem pero a 31° F; y a la intemperie cubiertas con tierra sin control de temperatura. Con respecto a los tratamientos el mejor resultado fue obtenido con captan; el sulfato de oxiquinolene se mostró tóxico para las estacas. La clase de almacenaje que resultó ser muy superior a las demás, fue el cubrirlas con tierra a la intemperie.

Los principales hongos que afectan a los álamos en estas praderas son *Septoria sp.* y *Cytospora sp.*, ambos productores de cancros. Al parecer los álamos más susceptibles a las cancrosis son los de la Sección Tacamahaca o balsamíferos.

En cuanto a ataques de insectos, existen dos taladros principales que atacan especialmente a *Populus tremuloides* aunque pueden atacar también a otros álamos y sauces. Uno es específico de las raíces, *Aegeria tibialis* y el otro ataca a los tallos *Saperda calcarata.* Existe también otro taladro de la raíz que es el *Xilotrechus obliteratus.*

Además de estos estudios e investigaciones, el Vivero produce alrededor de 6 millones de árboles, de los cuales 5,6 millones son latifoliadas. Esta producción se distribuye entre más o menos 5.000 plantadores. En 1957 el 50 % de las latifoliadas fue plantado en cortinas protectoras por 1.041 plantadores, la mayor parte de ellos de Saskatchewan. Las plantas son entregadas en forma gratuita, debiendo los plantadores solamente pagar el flete.

Alamos en la Columbia Británica

En esta zona del oeste de Canadá, volví a encontrarme con el doctor Heimburger de la Estación Experimental de Maple, antes de participar en la reunión de genética Forestal de los criadores de árboles de Canadá en Cowichan Lake, Isla de Vancouver. Con el citado técnico recorrí los viveros y las plantaciones de la West Tree Farm, que es una compañía papelera y maderera. En el vivero posee una colección de álamos entre los que pueden citarse: *P. robusta, P. regenerata, P. grandis, P. bacchelieri* (clon seleccionado dentro de una población de *P. robusta*), *P. gelrica*, etc. Para los viveros usan un sistema muy semejante al que conocemos en el Delta del Paraná. Plantan bastante denso a 3 × 1,50 pies y a 3 × 3 pies. Podan el exceso de brotes dejando los dos más vigorosos, pero no acostumbran a combatir las malezas y por consiguiente no se les presentan problemas mecánicos para realizar trabajos culturales en una plantación tan densa. Solamente aplican tratamientos con herbicidas tomando buen cuidado de no afectar el follaje de los álamos. Esta compañía inició sus plantaciones en gran escala en el año 1956. Al presente tienen una extensión plantada de 1000 acres (unas 400 hectáreas) cumpliendo un programa de 100 hectáreas anuales. Las plantaciones las llevan a cabo en una isla de su propiedad ubicada sobre el río Fraser. Las primeras plantaciones fueron realizadas a 3 × 3 m pero ahora han adoptado una distancia más amplia, de 9 × 4,5 m para producir rollizos para desbobinado, con el objeto de producir maderas compensadas, esperando que a los 25 años podrán cosechar materia prima para ese propósito. Han plantado también el híbrido italiano *I 214* y un clon denominado Brooks que es una selección de un híbrido de *P. deltoides* × *P. petrovskiana* (un álamo ruso). A fin de evitar excesiva competencia de la maleza y para no tener necesidad de combatirla, prefieren plantar de guía en lugar de usar estacas. He visto una plantación de este tipo de *P. robusta* que a los dos años de edad registraba una altura promedio de 4 metros.

El suelo es más bien compacto y pesado y cuando plantan de guía, no la hunden suficientemente en el suelo, tan sólo unos 25 cm, pero se consigue un buen anclaje debido a la misma compacidad del suelo. La impresión era de que el tipo de suelo donde realizaron esa plantación era demasiado pesado y seco para álamo, no obstante lo cual el comportamiento general puede considerarse satisfactorio especialmente en *P. robusta* que se mostraba muy lozano.

Tienen también plantacions de *P. trichocarpa* o "western cottonwood" que, si bien acusaban un desarrollo aceptable, no resulta muy recomendable pues se manifiesta muy tortuoso cuando es plantado. Pero en cambio en otra propiedad de la misma compañía he visitado una formación natural de la misma especie, que estaba siendo raleada debido a su excesiva densidad, donde era dable observar hermosos ejemplares que en poco tiempo más alcanzarán excelente desarrollo, una vez eliminada la competencia de las plantas inferiores extraídas. Este "stand" tenía unos 15 años de edad y su altura media oscilaba alrededor de los 20 m con diámetros de 15 a 20 cm.

Resulta curioso observar las enormes formaciones de *P. trichocarpa* que pueblan las islas del río Fraser, pudiendo verse en arenales que apenas emergen de las aguas, verdaderas almácigas de dicha especie.

Otras actividades desarrolladas paralelamente con la beca

Durante mi estadía en Estados Unidos y Canadá, tuve oportunidad de ponerme en contacto con centros estudiantiles, primarios, secundarios y universitarios y con asociaciones de productores y técnicos forestales, contribuyendo a difundir algo más del conocimiento que en el norte se tiene sobre la Argentina y que en general es bastante pobre.

Es así como, a raíz de invitaciones especiales tuve la ocasión de disertar en el Colegio Secundario de Macon, Ga. y en la Universidad Mercer de la misma ciudad, como así también en el Macon Research Center a un grupo de alumnos de escuelas primarias que visitaron el Centro de Investigación. En California fui invitado a hablar en el Colegio Secundario de Placerville y en la Escuela Primaria de Camino, localidad cercana a Placerville. En todas estas oportunidades, tratándose de centros estudiantiles no especializados, me concreté a dar un panorama general de nuestro país, que al parecer interesó vivamente a los escuchas a juzgar por la gran cantidad de preguntas de todo orden que formularon.

En centros y asociaciones especializados, tuve oportunidad de disertar en una reunión del Centro de Productores Forestales de Macon, en un seminario de la Escuela Forestal de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, en Raleigh y en el Congreso de Criadores de Arboles Forestales de Canadá, celebrado en Cowichan Lake, en la Isla de Vancouver. En estas ocasiones desarrollé temas acordes con el carácter de las reuniones, brindando un panorama general de las formaciones naturales forestales argentinas y de las actividades forestales que se desarrollan, especialmente referidas al Delta del Paraná, con modalidades tan propias y completamente nuevas para el auditorio que manifestó gran interés en conocer con más detalles ciertos aspectos de las exposiciones, brindándome la oportunidad de ampliar mis explicaciones.

Finalmente asistí al 5º Congreso Mundial de Silvicultura que se llevó a cabo en Seattle. Wash., entre los días 29 de agosto y 10 de setiembre de 1960, al que concurrió una gran cantidad de delegados de todo el mundo, alrededor de 2.000 según la información dada oficialmente, entre los que se contaban los más prestigiosos especialistas de la silvicultura mundial. Tuve oportunidad de escuchar la exposición de muy interesantes trabajos acerca del amplio temario que abarcaba el Congreso, finalizando con esta reunión la actividad de adiestramiento propiamente dicho de mi beca.

B) SEGUNDA PARTE

VALOR Y APLICABILIDAD DEL ADIESTRAMIENTO RECIBIDO

Una rápida descripción del ambiente en el cual deben ser aplicados los conocimientos adquiridos, resultará útil para la mejor comprensión de los problemas que deben ser encarados y permitirá apreciar más cabalmente el valor de la beca cumplida.

La Estación Experimental Agropecuaria del Delta está ubicada en la región del Delta del Paraná, teniendo por misión el estudio de todos los problemas que afectan a la zona, propendiendo a su mejoramiento económico y social.

El Delta del río Paraná constituye un área relativamente pequeña por su extensión, ubicada en la confluencia de los ríos Paraná y Uruguay cuando vuelcan sus aguas en el río de la Plata.

Debe ser considerada como una zona especial con ambiente y problemas particulares, completamente diferentes a los de las áreas circundantes. Esta es la razón por la cual se la considera separadamente a pesar de su pequeñez, desde que sus condiciones ecológicas tan peculiares trascienden a la modalidad de vida de su población, determinando particulares sistemas de trabajo, de transporte y de mercado.

Geográficamente hablando, esta zona está ubicada a los 34°30′ de latitud sur y muy cercana a la ciudad de Buenos Aires, distando su centro menos de 100 km de la misma, lo que da una idea de su ventajosa posición desde el punto de vista económico y social. Su clima es muy moderado, templado y subhúmedo con temperaturas medias anuales de 16,5°C, temperatura media de verano de 22°C y media de invierno de 11°C con escasas (15 a 20) heladas anuales. Las lluvias anuales alcanzan a unos 1.000 mm y el período de crecimiento se extiende hasta más de 250 días.

El río Paraná antes de desembocar en el río de la Plata se divide en cinco brazos principales conectados entre ellos y con el río Uruguay, por un gran número de otros ríos, arroyos y canales (más de 200 en total) que determinan la formación de una intrincada red de vías de agua que comprende una gran cantidad de islas que en conjunto abarcan unas 400.000 hectáreas, considerando solamente el denominado Delta inferior, en el cual la principal actividad (forestal y frutícola) está localizada.

Esta zona está sometida a la acción de las frecuentes inundaciones de esos ríos, cuya intensidad es variable de acuerdo con las circunstancias que las provocan. Se registran casi a diario pequeñas inundaciones o "*repuntes*", cubriendo sólo a las tierras más bajas y son provocadas por las mareas regulares del Océano Atlántico, con su consiguiente repercusión en el estuario del río de la Plata que moderadamente eleva su nivel de agua.

En otras ocasiones, los fuertes vientos del sudeste causan serias inundaciones denominadas "*sudestadas*" o simplemente "*mareas*" (que no deben confundirse con las mareas lunares del mar), que por lo general, aunque intensas, son de corta duración, extendiéndose por 3 ó 4 días, llegando a cubrir también las tierras altas o "albardones" en las secciones ubicadas más cerca del río de la Plata.

Normalmente cada año ocurre una elevación ordinaria del nivel de las aguas o "*creciente*" originada en las fuertes lluvias de primavera y verano en las zonas tropicales donde tiene sus fuentes el río Paraná y muchos de sus caudalosos afluentes, y que alcanza a la zona del Delta entre los meses de febrero a mayo, siendo de duración mayor que la de las mareas; las más intensas y peores de estas crecientes, adquiriendo entonces el carácter de "extraordinarias", tienen lugar cuando, por circunstancias especiales, los dos últimos tipos de inundaciones ya referidos, coinciden sumando sus efectos. En este caso, el alto nivel del río de la Plata bloquea la salida del enorme volumen de agua arrastrado por el río Paraná, y a veces coincidentemente, agravando las condiciones, también por el río Uruguay, determinando una elevación extraordinaria del nivel de las aguas, que en ocasiones sobrepasa los 4 metros sobre el nivel normal, prolongándose sus efectos en la zona del Delta, por más de 15 días, llegando en sitios de difícil drenaje a cubrir las tierras por dos meses y más aún.

Estas condiciones se producen ocasionalmente cada 10 ó 15 años, aunque en los últimos tiempos se están repitiendo con una frecuencia alarmante, y a diferencia de otros conocidos Deltas del mundo, felizmente las grandes mareas originadas en temporales en el océano, no provocan invasiones de agua salada que podrían ser fatales para la mayor parte de los cultivos, debido a la formidable defensa representada por la enorme masa de agua dulce del río de la Plata.

Los suelos del Delta son de origen aluvional, poco profundos, muy húmedos, ricos en materia orgánica y usualmente muy productivos cuando se los dota de un buen drenaje.

Con respecto a la topografía la zona es perfectamente llana con altitudes que varían entre 0 y 3 metros sobre el nivel del mar. A pesar de su uniformidad es posible distinguir 3 tipos de suelos de acuerdo con su elevación, a saber: las tierras más altas o "albardones" semejantes a terraplenes naturales, representados por largas y angostas franjas de tierra a lo largo del curso de los ríos y arroyos y horquetas o cañadones, que son antiguos cauces tapados o ciegos; las tierras bajas o "pajonal" o "bañado" que constituyen el 80 % del área total y ocupan la parte interior de las islas, estando rodeadas por los albardones, adoptando en conjunto las islas la configuración de enormes platos, por sus bordes levantados. Estas tierras bajas se hallan cubiertas por una densa y alta vegetación herbácea de gramíneas y ciperáceas. Finalmente entre los dos tipos aludidos existe otro, constituído por tierras de altitud intermedia o "semi-albardones", representadas por las pendientes de los albardones y por otras pequeñas elevaciones en el interior de las islas.

En las tierras bajas el horizonte orgánico es muy profundo, alcanzando en algunos lugares hasta más de 1 m de espesor, estando constituído por una mezcla de raíces y rizomas de las malezas, aún sin descomponer, y por humus, todo en un medio muy ácido a causa de la falta de drenaje natural, oscilando su pH entre 4 y 4,5. Estas condiciones naturales son incompatibles con la vida de las plantas cultivadas, surgiendo entonces que la primera tarea a realizar para poner a esas tierras en condiciones de productividad, es dotarlas de un eficiente sistema de drenaje mediante la apertura de zanjas que, a veces, es necesario construir a sólo 20 metros una de otra.

En virtud de la aereación y de las reacciones químicas en presencia de oxígeno que tienen lugar como consecuencia del drenaje, a los dos años, aproximadamente, de haberlo establecido, el pH se eleva hasta 6-6,5 transformándose la materia orgánica y permitiendo la evolución del suelo hacia un tipo normal, observándose que, a raíz de esas transformaciones, se reduce el volumen del horizonte orgánico, resumiéndose su espesor hasta casi la mitad del original.

A continuación se encuentra un segundo horizonte de espesor variable, constituído por materiales finos, siendo a veces muy arcilloso y pesado, y otras veces arcillo-limoso, encontrándose más profundamente, una capa de arena pura y saturada de agua. En los albardones, el perfil difiere fundamentalmente del de los pajonales, encontrándose sólo una capa muy delgada de materia orgánica, que en ocasiones no sobrepasa los 10 cm de espesor, continuándose con un horizonte que a veces es fuertemente arcilloso y compacto y de difícil penetración por parte de las raíces, provocando crecimientos lentos de las plantas; y otras veces es muy arenoso y permeable, presentando mejores condiciones para el desarrollo.

Las tierras bajas son especialmente aptas para el cultivo de sauces o sea que, en condiciones naturales, el 80 % de la superficie del Delta resultaría de uso exclusivo para plantaciones de este género de plantas, pudiendo agregarse también el *Taxodium distichum* y *T. mucronatum*, y los semi-albardones o tierras de nivel medio, para álamos y pinos.

Los albardones muy altos y que por lo general resultan también excesivamente compactos, raras veces ofrecen buenas condiciones para el desarrollo de estas especies forestales.

Dentro de este panorama ecológico, pasaré a referirme a la aplicación que podrían tener en el Delta los conocimientos sobre diversos métodos y técnicas de mejoramiento de pinos y álamos, aplicables también por extensión a otros tipos de forestales, y a las investigaciones que, sobre dicha base, podrán incluirse en futuros planes de trabajo.

a) Pinos

Como ya se manifestara, el tipo de suelo más adecuado para plantar pinos es el representado por los semi-albardones o tierras de nivel medio, donde se ha observado que el desarrollo es superior que en los otros tipos de suelos. Pero, tratándose de tierras abiertas o sea sin defensas artificiales contra las inundaciones y basándonos en la experiencia recogida a raíz de las últimas crecientes extraordinarias, habrá que usar también para

este propósito, los altos albardones donde, sacrificando un poco el crecimiento, se obtendrá mayor seguridad contra los vuelcos y el efecto fatal de la excesiva inmersión de las plantas durante las crecientes prolongadas.

La plantación de pinos en el Delta, se ha comenzado alrededor del año 1943, es decir que los montes más antiguos que pueden encontrarse tienen actualmente unos 17-18 años de edad. Al no contar con pinos nativos, se han ensayado diversas especies exóticas, entre ellas: *Pinus radiata, P. pinaster, P. palustris, P. elliottii, P. taeda.* El *P. radiata,* si bien parecía promisorio por su rápido crecimiento en los primeros años, fracasó luego de los 4 ó 5 años de edad debido tal vez a la excesiva humedad del subsuelo. Tampoco el *P. pinaster* encontró ambiente favorable para su desarrollo y el *P. palustris,* aunque podría adaptarse, tiene la gran desventaja de presentar el característico estado herbáceo o de mata durante sus primeros 4-5 años de vida, que no le permiten competir con las exuberantes malezas del Delta. Los que mejor se han adaptado son los dos citados en último término, *P. elliottii* y *P. taeda,* que integran las plantaciones actuales, que en conjunto cubren unas 1.000 hectáreas. Son originarios del sur y sudeste de Estados Unidos de América, pero su crecimiento en nuestro medio es ostensiblemente más rápido que en todas las plantaciones que he tenido oportunidad de visitar en su país de origen, y con mayor razón que en las formaciones naturales, llegando prácticamente a doblarlo en producción volumétrica por hectárea y por año, al menos en los primeros 17 años de vida, que es el dato positivo de que disponemos por no contar con plantaciones mayores de esa edad.

En efecto, en nuestras plantaciones más adultas de *P. elliottii* podemos encontrar a los 18 años de edad, árboles de 46 cm de diámetro con 23 m de altura, con promedios para las parcelas más desarrolladas, de 37 cm de diámetro y 21 m de altura. El crecimiento promedio para nuestras plantaciones puede considerarse en 25 m^3 por año y por hectárea, mientras que en Estados Unidos, para los mejores sitios de calidad estudiados en el bosque experimental de Hitchiti, Georgia, se tiene en *P. taeda,* un crecimiento promedio de unos 12 m^3 por año y por hectárea. En este caso se trata de una formación natural, pero en plantaciones artificiales se obtienen árboles con las dimensiones antes referidas, recién a los 35-40 años de edad. La diferencia estriba en que, a raíz de la distinta profundidad de los suelos, mucho mayor que en los del Delta, las plantas alcanzan allá mayores alturas y su curva de incrementos anuales es ascendente hasta los 30-40 años, cosa que en el Delta no podemos esperar que suceda en virtud de las condiciones edáficas tan particulares que, al imprimir un veloz crecimiento inicial de las plantas, hace que alcancen ese máximo incremento corriente a menor edad, indicándonos que su turno fisiológico puede conseguirse alrededor de los 20 años, y no ofreciendo en general, condiciones para sustentar un gran crecimiento en altura.

En nuestras condiciones hemos observado que en los suelos aptos para la plantación de pinos, el *P. elliottii* manifiesta mejor crecimiento en las partes más bajas y el *P. taeda* en las más elevadas.

Felizmente no tenemos en el Delta problemas con enfermedades y pestes insectiles, que en Estados Unidos ocasionan tan graves daños.

Es de advertir en nuestras plantaciones una cierta desuniformidad entre los individuos que la componen, no sólo en lo que a velocidad de crecimiento se refiere, sino también en cuanto a forma, rectitud del fuste y otras características, siendo lógico suponer que esta desuniformidad no es sólo debida a diferencias en la calidad del suelo, sino que también la diferente constitución genética de los árboles y el origen geográfico de las semillas de donde proceden, juegan un importante papel. En efecto nada conocemos sobre estas dos fundamentales causas de variación, ya que ignoramos el origen parental de las semillas y la exacta localidad de donde proceden, dos factores a los que en Estados Unidos se les atribuye cada vez mayor importancia. Las empresas encargadas de la venta de semilla no informan absolutamente nada acerca de los progenitores y casi nunca lo hacen tampoco acerca del origen geográfico de la semilla. Lo más corriente es que esa semilla que venden sea cosechada de los ejemplares que genéticamente son los

menos recomendables como progenitores, pues para los cosechadores ofrecen más incentivos las plantas bajas, de amplias copas cargadas de conos, que aquellas que responden al criterio de un fitotecnista forestal.

Es lógico entonces que encontremos grandes variaciones en nuestras plantaciones, pero esta circunstancia nos brinda la posibilidad de intentar una eficiente selección, basada en la natural respuesta de los individuos a las condiciones ecológicas del Delta, además de las otras cualidades morfológicas que debe reunir una planta superior.

Sobre la base del excelente crecimiento y buenos resultados económicos, las plantaciones de pinos están siendo alentadas en el Delta mediante especiales medidas de fomento, como el requerimiento incluído en los préstamos oficiales para forestación, de que el 15 % de la plantación a realizar con auxilio financiero del Estado, debe dedicarse a los pinos, descontando de que se disponga de la tierra apta para tal finalidad. La inclusión en mayor escala de los pinos en la silvicultura isleña, contribuirá a mejorar extraordinariamente el panorama forestal del Delta, brindando mayores posibilidades económicas a los productores y sustentando a una industria de tan vastas proyecciones para el futuro como lo es la papelera.

El turno de aprovechamiento de los pinos, que en el Delta puede establecerse para pulpa a los 15 años y para madera, tal vez a los 25 años, estimo que sería factible de acortar aún más mediante adecuada selección y mejoramiento por cruzamientos artificiales que permitan obtener, además de un crecimiento más rápido, mejores calidades de madera y de fibra.

Uno de los problema que afectan el normal desarrollo de nuestra industria papelera, es el abastecimiento de suficiente cantidad de materia prima para subvenir a las crecientes necesidades del país, principalmente en papel para diarios. La celulosa o pasta química que consumen nuestras fábricas, es en su mayor parte importada de Canadá y Escandinavia. En el caso de papel para diarios, elaborado según los métodos tradicionales, este tipo de pasta interviene en una proporción de aproximadamente un 20 %, combinándose con un 80 % de pasta mecánica, obtenida principalmente de Salicáceas.

Nuestro consumo actual de papel de diario, restringido debido a la escasez de materia prima nacional y a dificultades para su importación, es de alrededor de 120.000 toneladas anuales, cantidad que no representa ni nuestras necesidades ni nuestra capacidad de consumo, sino simplemente nuestra disponibilidad, que, como ya se dijo, está sometida a todas las restricciones económicas que implica la importación.

La producción nacional sólo provee una pequeña parte de la necesidad referida, unas 25.000 toneladas, de papel para diarios, hecho principalmente con celulosa de "Pino Paraná" (*Araucaria angustifolia*) de Misiones, elaborada allá y transportada a las fábricas de papel de la provincia de Buenos Aires sobre la costa del Paraná, a 1.000 km de distancia, para procesarla con un 80 % de pasta mecánica producida en el Delta, con sauces y álamos.

De esto puede deducirse la importancia económica de la producción de toda la materia prima necesaria, tanto celulosa como pasta mecánica, alrededor de las fábricas, con lo que el costo de elaboración se reduciría extraordinariamente, y de allí la necesidad de plantar más pinos como fuentes de celulosa, de donde surge la real significancia que el mejoramiento de esta esencia en el Delta, reviste para nuestra economía.

Por otra parte, al incrementar nuestra producción, se reducirá el drenaje que para las finanzas del país, representa la importación anual de grandes cantidades de celulosa, a la vez que nuestro consumo individual de papel podría elevarse a niveles que estarían más de acuerdo con las necesidades, cuya satisfacción nuestro progreso cultural reclama. Como dato ilustrativo puede citarse el hecho de que en Estados Unidos el consumo de papel de diario "per cápita" es de alrededor de 35 kg, mientras que en nuestro país sólo alcanza a 6 kg por año.

De la condensada exposición sobre este problema capital, surge la importancia de los estudios llevados a cabo y de la experiencia adquirida durante el transcurso de esta beca.

Como una directa consecuencia del adiestra-

miento recibido, se está procediendo a elaborar un plan de trabajos e investigaciones sobre mejoramiento de pinos con inclusión de los siguientes puntos principales, entre muchos otros:

1) Selección de árboles sobresalientes de *P. elliotti* y *P. taeda* que puedan encontrarse en todas las plantaciones existentes en el Delta y alrededores, y estudio de sus progenies tanto de 1 como de 2 progenitores.

2) Recolección de brotes de los árboles superiores selectos, para injertar y plantar en pequeños huertos semilleros, de acuerdo con las técnicas observadas en Georgia y Carolina del Norte. A este proyecto se le asigna una gran importancia, pues significaría nuestro auto-abastecimiento de semilla de alta calidad, dentro de un plazo más o menos fijo que oscilaría entre 12 y 15 años. Esto traería aparejado el mejoramiento progresivo de las futuras plantaciones de pinos que se establezcan.

3) Mientras tanto, se realizarán ensayos sobre proveniencia de semillas, usando material de distintos orígenes geográficos de Estados Unidos, con el objeto de determinar cuál es el mejor para nuestras condiciones ambientales, y tratar en lo sucesivo de conseguir semillas de ese origen.

4) Ensayos comparativos entre semillas de origen local e importadas, a fin de evaluar la calidad de nuestro material.

5) Experimentos sobre cruzamientos de diferentes tipos o formas de los pinos más aptos a fin de estudiar el mecanismo de la herencia de los caracteres más valiosos a tener en cuenta en el programa de mejoramiento, tales como: velocidad de crecimiento, porte, sanidad y calidad de madera y fibra. Este estudio constituirá la base para el más positivo mejoramiento de nuestras plantaciones y para ello han de resultar de gran utilidad y aplicación, los antecedentes sobre puntos acerca de este problema, ya dilucidados en Estados Unidos.

6) Estudios para determinar los mejores tratamientos culturales de las plantaciones y sus exigencias ecológicas dentro de las particulares condiciones del Delta, tendientes a obtener una mejor calidad de la producción.

7) Estudio y aplicación de las más eficaces técnicas observadas para inducir la más precoz y abundante floración, tales como: injerto y doble injerto, incisiones, fertilizaciones especiales, estrangulamiento, anulación de yemas terminales, etc.

8) Introducción y estudios de adaptación de otros pinos meridionales así como de sus híbridos.

9) Estudios sobre producción de resinas y adaptación para este carácter.

10) Estudios fenológicos para cosecha de semilla y sobre los más adecuados tratamientos de los conos para obtener los mejores resultados concernientes a rendimiento de semilla, capacidad de germinación y calidad en general. Debe tenerse presente que, sobre este tópico, habrá que trabajar en base a elementos sencillos que se adapten para tal finalidad, sin pensar, por el momento, en las costosas instalaciones que se usan en los Estados Unidos.

b) Salicáceas

SAUCES. — Los sauces, los álamos y más recientemente los pinos, constituyen la base de la silvicultura isleña. Todos los bosques en el Delta son plantados por el hombre, con excepción de pequeñas formaciones que incluyen árboles de la selva subtropical, cuyas semillas, transportadas desde el norte por las aguas del río Paraná, germinaron al encontrar condiciones favorables en las tierras más altas del Delta originando esos manchones de "monte blanco", como se denomina a estas formaciones que sólo tienen un valor botánico.

Las plantaciones en el Delta comenzaron a mediados del siglo pasado. Pero el primer sauce que poblara esta región se instaló espontáneamente, siendo nuestro único sauce nativo, denominado "sauce criollo" o "sauce colorado" (*Salix humboldtiana*), que formó bosques naturales, actualmente casi completamente extinguidos. El primer sauce exótico plantado fue el "sauce llorón" (*S. babylonica*), pero debido a su escaso valor comercial, fue reemplazado más tarde por el "sauce álamo" (*S. alba* var. *coerulea*) que constituyera los mejores y más valiosos montes de este género. Lamentablemente está siendo diezmado por los ataques de

un hongo (*Marssonina salicicola*) que ocasiona la enfermedad conocida como "antracnosis", que en algunos sitios se manifiesta muy severa causando una intensa desfoliación y el completo estancamiento del crecimiento de esta especie a edad temprana.

Existen numerosos híbridos naturales entre sauce criollo y sauce llorón y sauce álamo (descriptos por Ragonese como *Salix* × *argentinensis*, que están siendo seleccionados por los productores de acuerdo con un criterio empírico, pero práctico y efectivo, buscando resistencia a esa enfermedad y rusticidad para otras plagas (especialmente roedores), como así también adaptabilidad a las más difíciles condiciones del suelo, principalmente referidas al drenaje deficiente.

En 1953 se comenzó a trabajar en genética de sauces, a raíz de las investigaciones sobre cruzamientos artificiales llevadas a cabo por Ragonese y Rial Alberti, quienes han obtenido ya una serie de 60 nuevos híbridos artificiales (mediante polinización controlada), 15 de los cuales son marcadamente superiores al término medio de los tipos comunes plantados en el Delta. Estos híbridos están siendo ensayados por la Estación Experimental y los ensayos continuarán por 4 ó 5 años más, repitiéndolos en diferentes zonas del Delta, para observar su comportamiento en general, especialmente referido a rapidez de crecimiento, resistencia a enfermedades y pestes, calidad de la madera y otras características, en ensayos comparativos frente a testigos comunes de la zona, antes de poder recomendarlos a los productores para ser usados en plantaciones comerciales.

Tenemos en el Delta alrededor de 80.000 hectáreas plantadas con sauces, lo que constituye la más importante concentración en una sola unidad geográfica de plantaciones de esta esencia en el mundo, y su producción está siendo usada principalmente en la industria del envase (para embalaje de frutas, productos agrícolas, botellas de bebidas y otros productos) y de la pulpa para diferentes tipos de papel, incluído el papel para diario. Actualmente se están buscando nuevas aplicaciones industriales de sus maderas, especialmente en el campo de las maderas aglomeradas, a fin de ampliar las posibilidades de ubicación en nuevos mercados, de una producción que momentáneamente está excediendo el nivel industrial actual. Siempre queda el amplio campo del mejoramiento genético como una sólida base del progreso económico que estará representado por una más alta calidad de la producción, lo que siempre significará mejor remuneración y compensación al esfuerzo y al capital invertido.

En sauces se tiene la enorme ventaja, para su mejoramiento genético, del período sumamente breve que se requiere para la obtención de nuevas generaciones en los cruzamientos, que puede estimarse en sólo dos años, en virtud de la extraordinaria precocidad de su floración.

Alamos. — En álamos la situación es diferente pues carecemos de especies nativas y todas nuestras plantaciones son realizadas con clones introducidos desde diferentes países. Al principio, en la segunda mitad del siglo pasado comenzó a plantarse el "cottonwood" o álamo de la Carolina (*Populus deltoides*, subsp. *angulata*, cv. *carolinensis*), pero debido a los severos ataques de "roya" (*Melampsora* sp.) sus cultivos fueron abandonados. Sin embargo algunos sobrevivientes de antiguas plantaciones, que hoy tienen entre 60 y 70 años de edad, mostraron muy buenas condiciones de resistencia, vigor y crecimiento, siendo hoy aún extraordinariamente lozanos ostentando dimensiones gigantescas para la zona, con diámetros de 1,50 m y más de 22 metros de altura, a pesar de sus muchas y vigorosas ramas desarrolladas a causa del amplio espacio disponible, luego de la tala del resto de la primitiva plantación. Estos árboles están siendo propagados por estacas para propósitos genéticos y formarán parte de una colección que para la misma finalidad se está reuniendo en la Estación Experimental.

En el presente siglo y hasta el año 1938 aproximadamente, el álamo criollo o negro (*Populus nigra* var. *italica*) reemplazó al "Carolina" pero a su vez fue abandonado a causa de los ataques de la roya, aunque era reconocido como uno de los mejores álamos por la calidad de su madera.

Desde 1938, cuando fue introducido al Delta el primer híbrido italiano denominado "Arnaldo

Mussolini" o simplemente "A.M." (*Populus × euramericana cv. I 154*), todas nuestras plantaciones de álamos fueron hechas con clones de híbridos importados del Instituto de Alamicultura de Casale Monferrato, Italia. El "A.M." es muy vigoroso pero un poco tortuoso y, aunque es muy resistente a la roya, se manifestó muy susceptible a la cancrosis producida por el hongo *Septoria musiva*, una nueva enfermedad que apareció con la introducción de los híbridos italianos. Otros híbridos del mismo origen fueron introducidos y plantados más tarde, tales como: *P. × euramericana cv. I 214, 205, 455, 488*, etc., todos de muy rápido crecimiento pero susceptibles en diferente grado al hongo *Septoria musiva*. En las colecciones existentes en la Estación Forestal "Domingo F. Sarmiento" dependiente de la Administración Nacional de Bosques, hemos encontrado tres clones (*P. × e. I 30, 42, 209*) prácticamente inmunes a esa enfermedad y de porte y crecimiento muy buenos, que serán tenidos en cuenta en nuestros planes de mejoramiento.

Todos los álamos que han demostrado mejor comportamiento en el Delta pertenecen a la Sección Aigeiros o de los álamos negros y los clones italianos actualmente bajo cultivo, son híbridos espontáneos seleccionados en las poblaciones resultantes de cruzamientos naturales en los que uno de los progenitores es un *P. deltoides* y el otro un *P. nigra*.

Los álamos son también usados para envases y pulpa, y como las condiciones del Delta son especialmente aptas para rotaciones cortas, tanto los álamos como los sauces son cortados a los 8-10 años de edad, estableciéndose un 2º y a veces un tercer turno, en base a los rebrotes de cepa. El tamaño promedio que alcanza a esa edad es de alrededor de 20 a 25 cm de diámetro a 1,30 m del suelo y su altura de unos 20 m, pudiendo estimarse su crecimiento anual en 25 m^3 por año y hectárea.

Las técnicas y métodos de estudio referentes a álamos observados durante mi beca, me habilitarán para comenzar en el Delta un amplio programa de investigaciones, algunos de cuyos aspectos resultarán completamente nuevos para la zona, como una consecuencia directa del adiestramiento recibido; otros serán una repetición de anteriores estudios, que en esta oportunidad se conducirán sobre la base de mejores condiciones técnicas que permitirán arribar a más útiles y prácticas conclusiones y otros, por fin, servirán para probar la verdad de muchas creencias referentes a ciertas prácticas culturales, aceptadas como una tradición pero no corroboradas por una investigación seria.

En estos casos, los métodos de trabajo estudiados durante la beca, han de resultar, convenientemente adaptados, particularmente útiles para la planificación de una serie de experiencias con miras a la más completa dilucidación de innumerables problemas que afectan el cultivo de las citadas especies.

En conexión con ello, puntualizaré algunos de los estudios incluídos en el programa para Salicáceas, refiriéndome a aquellos que surgen como una aplicación directa de los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la beca:

1) Introducción de diferentes países, de la mayor cantidad posible de clones de álamos cuyo origen permita suponer una conveniente adaptación a nuestras condiciones ecológicas, y de semillas para obtener poblaciones, con el fin de establecer el más completo arboretum y ampliar nuestras colecciones para disponer del más variado "banco de genes" con propósitos genéticos. Cuanto mayor sea la variación, más grande será la probabilidad de obtener la más adecuada combinación genética adaptable a nuestro ambiente. Desde luego que no se descarta a los clones y especies ya introducidos al país que sugerirían la posibilidad de intentar la obtención de un híbrido "local" que mejor se preste para nuestro ambiente y para la satisfacción de nuestras necesidades.

2) Aplicación de las técnicas especiales para el más correcto manejo de plantaciones de este tipo considerando su especial propósito, principalmente en lo concerniente a la inducción de floración temprana, que en este género reviste singular importancia.

3) Aplicación de las técnicas de cruzamientos controlados y la consecuente selección de la progenie a fin de obtener clones sobresalientes. Refe-

rente a este punto se realizarán observaciones sobre el mecanismo de la herencia de los caracteres más interesantes para un efectivos mejoramiento.

4) Ensayos comparativos entre los diversos clones y especies a introducir, incluyendo los ya existentes en el país, con miras siempre a la obtención de tipos más deseables. En conexión con esto se establecerán activas relaciones con diferentes países.

5) En fin, muchos otros estudios relacionados con las especiales condiciones locales y sugeridos por similares trabajos e investigaciones que he observado durante mi viaje, aunque trataran con otras especies no cultivadas en el Delta. Entre estos estudios podrían citarse: correlación entre la intensidad de drenaje y el crecimiento de los árboles en ciertos tipos de suelo; correlación entre espesor del horizonte orgánico, altitud del suelo y crecimiento; determinación de sitios de calidad; estudio del espaciamiento óptimo de las plantaciones; ensayos comparativos sobre diferentes técnicas de cultivo, etc.

La concreción de la mayoría de las experiencias incluídas en el programa de trabajos e investigaciones a desarrollar en el Delta, tanto en Coníferas como en Salicáceas, es perfectamente factible dependiendo solamente del tiempo y del personal técnico disponible. Sobre este punto estimo que las consecuencias de una beca de esta naturaleza resultarán más útiles para el país, si se pudiera, en base a la misma, capacitar a un equipo de técnicos a fin de que se especializaran en esta materia tan importante e interesante y tan poco desarrollada en el país. De esta manera, los efectos de la beca se multiplicarían y por consiguiente sus beneficios se verían acrecentados.

En algunos casos, serán requeridos ciertos equipos especiales, tales como: escalas de aluminio prolongables para subir a la copa de los árboles, refrigeradores, instalación para secado y extracción de semilla, algunos elementos de laboratorio, etc., pero mientras no sea posible su consecución, se tratará de proveer algunas soluciones provisorias, comenzando por aquellos estudios cuya realización no exija la dotación de costosos elementos.

Material gestionado en relación con los estudios a emprender

Como un complemento de la beca y con el específico propósito de aplicar sus conclusiones en el programa de investigaciones que se está trazando, solicité a la Southern Experiment Station del Servicio Forestal de los Estados Unidos, con sede en Nueva Orleans, por intermedio del señor Philip Wakeley, el siguiente material experimental:

a) *Semillas:*

Muestras de 60 a 70 gramos por especie, híbrido y fuente geográfica, de semilla de pino con las siguientes especificaciones:

Pinus elliottii	Procedencia de distintas fuentes geográficas
» *elliottii* var. *densa*	» »
» *taeda*	» »
» *palustris*	» »
» *serotina*	
» *glabra*	
» *virginiana*	

y otras especies e híbridos que se supone que han de resultar de interés para ser ensayadas en suelos aluvionales y húmedos ubicados a 34°30′ de latitud Sur con clima templado y subhúmedo.

b) *Estacas:*

25 estacas de álamo "Carolina" (*Populus deltoides*) de las selecciones de Stoneville (ambos sexos);

25 estacas de álamo "Carolina" de las áreas más secas donde ocurre naturalmente (Texas). Serán ensayados en las zonas secas de la Pampa Central, por la Administración Nacional de Bosques.

25 estacas de sauce negro (*Salix nigra*) de las formaciones naturales del Delta del río Mississippi (ambos sexos).

Como se mantendrán asiduos contactos con técnicos del Servicio Forestal de Estados Unidos, existirá siempre la oportunidad de conseguir más material experimental de todo tipo, a fin de ser utilizado en los planes locales de investigación.

Además se ha obtenido una amplia bibliografía especializada integrada por libros de consulta y

cientos de publicaciones de las distintas Estaciones Experimentales e Institutos de Investigación donde se detallan los últimos estudios acerca de los más diversos aspectos de la Genética Forestal, en constante evolución y progreso.

CONSIDERACIONES FINALES

A través de una apreciación general del adiestramiento recibido, evidenciado en el informe expuesto, es innegable que el saldo de esta beca debe considerarse ampliamente positivo al haberme trasmitido una serie de conocimientos prácticos y técnicos y métodos de trabajo que constituyen las bases que han de permitir encarar con suficiente seguridad y acierto, la planificación de trabajos de mejoramiento de las especies cultivadas en el Delta. Evidentemente algunas de las técnicas deberán ser adecuadas a las características del medio y a las condiciones de trabajo en que deberán ser desarrolladas.

Sin embargo y de acuerdo con un deseo expreso de las autoridades de la F.A.O., me he permitido formularles algunas sugerencias con el sincero propósito de que sirvan para mejorar aún más si cabe, la eficiencia de futuras becas de este tipo.

Una coordinación más estrecha entre F.A.O. y el Forest Service o las otras instituciones participantes, a los efectos de elaborar un programa más dinámico de actividades, hubiera sido muy conveniente para mantener al becario intensamente ocupado cada día de su visita a cada uno de los establecimientos donde se cumplió su adiestramiento. Para ello sería menester, mientras se prepara el programa de la beca, que F.A.O. requiera a los candidatos una comunicación más amplia acerca de los temas y aspectos dentro de determinadas actividades, que son de mayor interés para ser encarados con especial atención. En base a esos datos, debería prepararse con las instituciones entrenadoras un orgánico y detallado programa, si fuera posible con desarrollo semanal. He encontrado que la extensión de mi estadía en ciertos establecimientos resultaba demasiado prolongada en comparación con el programa de actividades que debía cumplir, refiriéndome a actividades específicas de la beca, o sea aquellas que significaran la adquisición de nuevos y valiosos conocimientos que no hubiera podido adquirir en mi país. De esta manera se corre el riesgo de crear un problema para el establecimiento cuyo director no encuentra dentro de su jurisdicción tareas adecuadas para encomendar acorde con los específicos propósitos de la beca, ocupándose al becario en tareas secundarias que no hacen a su perfeccionamiento técnico. Ello sucede debido a la falta de un programa orgánico preparado de antemano, lo que puede ocasionar situaciones embarazosas, incluso para el becario.

Es indudable que la duración más razonable para una beca de este tipo que trata de cuestiones biológicas sujetas a ciclos fenológicos, es el año completo, a fin de abarcar los diferentes aspectos cuya presentación está condicionada a la sucesión natural de los fenómenos. Pero un mayor ajuste de los tópicos comentados, contribuiría a una mayor efectividad del adiestramiento, que vuelvo a repetir, debe considerarse en un nivel suficientemente elevado para permitir la conducción de programas completos de investigación.

A los efectos de adquirir también una buena capacitación en los aspectos teóricos de esta especialidad, otra interesante solución, que también fue sugerida, consistiría en la armónica combinación de un curso de 6 meses en alguna de las excelentes universidades que abundan en el Norte, seguido de una intensa práctica de los principios adquiridos, en los más interesantes establecimientos del Servicio Forestal y de las otras instituciones que colaboraron en esta beca.

Un aspecto fundamental al que debiera concedérsele mayor importancia en nuestro país, al menos en lo que a experimentación con forestales y con otras plantas perennes se refiere, es el *diseño experimental* y el *análisis estadístico*, sin cuyo auxilio no puede pretenderse obtener resultados valederos ni, por consiguiente, realizar experimentación seria, por lo menos para el concepto imperante en un país tan adelantado técnicamente como lo es Estados Unidos. Sobre el particular, estimo que en nuestras Estaciones Experimentales debiera procurarse una mayor capacitación del personal técnico en este aspecto, mediante la organi-

zación de cursos acelerados o seminarios de pocas semanas, para dotarlo de los conocimientos básicos en esta materia, que le permitan orientar con precisión los numerosos ensayos que deberá conducir a fin de dilucidar los múltiples problemas cuya resolución constituye el objetivo fundamental de su actividad investigadora. Entiendo que ello contribuiría a incrementar notoriamente la eficiencia de su trabajo, confiriéndole mayor seriedad, precisión y jerarquía técnica.

No quiero finalizar este informe sin dejar expresa constancia de mi profundo reconocimiento a las autoridades de I.N.T.A., de F.A.O. y a todas las personas y entidades oficiales y privadas en Estados Unidos y en Canadá que posibilitaron la realización de esta beca que, sin lugar a dudas, ha de significar un importante aporte técnico para impulsar y orientar las investigaciones sobre mejoramiento de las especies forestales, de muy reciente comienzo en la Estación Experimental Agropecuaria del Delta. Espero y en ello irá todo mi empeño, de que los resultados de los estudios realizados, se traduzcan en positivo beneficio para la silvicultura regional del Delta del Paraná.

Resultados iniciales de un ensayo de fertilización en alfalfa en Castelar (provincia de Buenos Aires)

Por ROBERTO A. J. ALONSO y ROBERTO V. A. CARAVELLO [1]

Con el propósito de poner en práctica las recomendaciones del "Curso Nacional sobre Metodología en Investigaciones sobre Pasturas", celebrado en Pergamino en 1956, los autores planearon un ensayo de rotación que incluye la sucesión alfalfa (3 años), maíz (1 año), trigo (2 años), sucesión que es precedida por una incorporación al suelo de calcáreo dolomítico y harina de huesos. En el presente trabajo se incluyen los resultados obtenidos el primer año, en dos cortes de alfalfa.

[1] Ingeniero agrónomo y doctor en química. Ténicos del Instituto de Suelos y Agrotecnia del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INTA.

Procedimiento experimental

El ensayo se implantó a fines de 1959 en el campo del Instituto de Suelos y Agrotecnia, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, en Castelar, provincia de Buenos Aires.

El suelo ocupado por las parcelas experimentales corresponde, según el doctor Pedro H. Etchevehere, técnico del Instituto de Suelos y Agrotecnia, al gran grupo de pradera con tendencia a pradera planosólica, con la descripción del perfil (ver pág. 68), llevada a cabo sobre el terreno por dicho técnico, a quien los autores agradecen su colaboración.

El ensayo se dispuso en cinco bloques que representan otras tantas repeticiones; dentro de cada bloque se trazaron seis tablones de 5 × 40 m sorteándose entre ellos las siguientes variantes: trigo repetido, maíz repetido y cuatro rotaciones iguales a la mencionada anteriormente, a iniciarse en cuatro años sucesivos.

Dentro de cada uno de los tablones correspondientes a las rotaciones, se trazaron cuatro parcelas de 5 × 10 m, considerando las variantes de un factorial 2^2, para estudiar los resultados de la incorporación de calcáreo dolomítico (4.000 kg/ha) y harina de huesos (800 kg/ha); precediendo en tres meses el calcáreo y en 2 meses la harina de huesos a la

Materiales originarios: Loess y pampeano.
Fisiografía: llanura suavemente ondulada.
Relieve: plano-cóncavo.
Drenaje: moderado.
Pendiente: 1 %.
Permeabilidad: moderada.
Superficie: Leve tendencia a estructura laminar.

A 11 p Nº Reg.:	0-13 cm 19.677	Color: en seco 10 YR 4/2 (pardo grisáceo oscuro), en húmedo 10 YR 2/2 (pardo muy oscuro); franco, estructura en bloques subangulares que rompen a granular y a bloques menores; consistencia poco firme en seco, blando en húmedo; moderadamente plástico, no adhesivo; límite inferior difuso; fuerte reacción al agua oxigenada; pH 5,8.
A 12 Nº Reg.:	13-24 cm 19.678	Color: en seco 7,5 YR 3/2 (pardo oscuro), 10 YR 2/2 (pardo muy oscuro); franco a franco-arenoso, estructura en bloques menores; consistencia poco firme en seco, blando en húmedo; moderadamente plástico no adhesivo, límite inferior claro a gradual; fuerte reacción al agua oxigenada; pH 6,4; no se observan moteados.
A 2 Nº Reg.:	24-31 cm 19.679	Color: en seco 10 YR 4/2 (pardo grisáceo oscuro), en húmedo 10 YR 3/2 (pardo grisáceo muy oscuro); franco a franco-arcilloso, estructura en bloques angulares que rompen a granular fino; consistencia firme en seco, blando en húmedo; plástico, moderadamente adhesivo; límite; límite inferior claro; reacción al agua oxigenada algo menor al anterior; pH 6,6. Algunos moteados de sesquióxidos de hierro; los agregados presentan la superficie algo decolorada.
B 1 Nº Reg.:	31-40 cm 19.680	Color: en seco y en húmero 7,5 YR 3/2 (pardo oscuro), franco-arcilloso, estructura en bloques angulares y en prismas finos fuertes, consistencia firme en seco, y en húmero; plástico, adhesivo; límite inferior gradual; pH 6,8. Algunos clayskins y concreciones de hierro y de manganeso.
B 21 Nº Reg.:	40-48 cm 19.681	Color: en seco, por dentro YR 3/2 (pardo grisáceo muy oscuro), en húmedo amasado 7,5 YR 3,5 YR 4/2 (pardo a pardo oscuro), arcilloso, estructura en prismas gruesos y medios fuertes que rompen a bloques angulares; consistencia: duro en seco, firme en húmedo, plástico, adhesivo; límite inferior difuso; pH 7. Abundantes clayskins.
B 22 Nº Reg.:	48-82 cm 19.682	Color: en seco por dentro 10 YR 4/2,5 (pardo a grisáceo oscuro) húmedo amasado 7,5 YR 4/2 (pardo a pardo oscuro), arcilloso, estructura en prismas gruesos fuertes que rompen a bloques angulares gruesos; consistencia: duro en seco, firme en húmedo, plástico, adhesivo, límite inferior gradual a claro; pH 8,0. Abundantes manchas negras a los 70 cm, apareciendo algunos puntitos con reacción al ácido clorhídrico.
B 3 Nº Reg.:	82-130 cm 19.683	Color: en seco 7,5 YR 4/4 (pardo a pardo oscuro), en húmedo 7,5 YR 4/2 (pardo a pardo oscuro), franco arenoso, estructura en bloques angulares moderados que rompen a granular y a bloques menores; consistencia poco firme en seco, blando en húmedo, adhesivo, moderadamente plástico, límite inferior gradual a difuso; pH 8,2; reacción al ácido clorhídrico moderada, en concreciones y en puntos no muy abundantes; escasas tosquillas de hasta 2 cm, manchas negras abundantes.
C 1 Nº Reg.:	130 cm 19.684	Color: en seco 7,5 YR 4,5/4 (pardo), en húmedo 7,5 YR 4/4 (pardo a pardo oscuro), areno-franco, estructura en bloques angulares y subangulares con leve tendencia a masivo; consistencia poco firme en seco, friable en húmedo, poco plástico, poco adhesivo; pH 8,3. Menor cantidad de concreciones que en el horizonte anterior; reacción moderada al ácido clorhídrico.

Parece observarse un principio de planosolización en la base del horizonte A. Raíces escasas en todo el perfil, más abundantes en el A 11; no se observa erosión intensa; el horizonte más húmedo en el momento de la observación era el B 1; en seco el perfil presenta agrietamiento desde los 30 cm.

CUADRO 1

Datos meteorológicos correspondientes a la Estación de Castelar durante 1960, año considerado en el presente trabajo

	Temp. máx. abs. mensual °C	*Temp. mín. abs. mensual °C*	*Temp. máx. med. mensual °C*	*Temp. mín. med. mensual °C*	*Lluvias mensuales mm*	*Días de lluvias*
Enero	37,2	10,3	31,1	17,3	57,7	6
Febrero.......	35,8	9,1	31,6	18,1	69,0	2
Marzo........	31,8	10,1	26,7	15,0	184,4	10
Abril.........	28,0	3,3	23,2	10,0	68,7	4
Mayo.........	25,7	1,1	19,4	5,8	0,0	0
Junio	22,8	2,8	14,6	5,8	38,0	8
Julio	20,8	3,5	14,4	6,2	170,6	11
Agosto	26,4	3,2	16,9	6,0	41,7	6
Septiembre ...	26,8	3,6	18,8	8,2	59,1	8
Octubre.......	28,8	4,4	21,7	12,3	178,8	17
Noviembre....	33,0	2,4	26,0	12,6	20,8	5
Diciembre	35,6	7,9	28,5	14,1	46,3	5

CUADRO 2

Rendimiento de alfalfa expresado en toneladas de material verde por hectárea, para cada una de las muestras tomadas en las parcelas del ensayo

		P_0				P_1			
		Ca_0		Ca_1		Ca_0		Ca_1	
1er corte	Block A	2,15	2,30	3,25	3,25	7,85	9,55	9,55	6,30
	Block B	3,90	1,55	8,35	5,55	6,42	10,80	15,25	12,65
	Block C	2,80	2,10	8,10	5,93	14,40	10,65	13,50	15,90
	Block D.......	2,75	3,25	2,15	3,35	5,20	6,55	9,65	10,35
	Block E.......	7,00	5,95	8,42	6,57	10,20	12,12	9,00	8,80
2º corte	Block A	11,60	8,25	11,55	12,45	17,90	14,50	15,10	18,40
	Block B	10,35	3,00	14,90	13,90	22,40	20,45	19,90	14,50
	Block C	7,55	9,80	12,50	13,75	15,30	21,00	20,30	19,30
	Block D	12,65	9,35	9,75	10,25	17,00	12,25	16,10	15,80
	Block E	13,55	13,40	17,20	14,10	23,40	26,05	21,75	23,40

CUADRO 3

Análisis de la variancia de los valores de rendimiento contenidos en el cuadro 2. Niveles de significación: + 95 %; ++ 99 % y +++ 99,9 %

Fuente de variación	*G. L.*	x^2	x^2	*F*
Harina de huesos.........	1	877,199	857,199	144,75 +++
Calcáreo	1	49,032	49,032	8,28 ++
Corte	1	1202,723	1202,723	203,10 +++
Tablón....................	1	232,712	58,178	9,82 +++
Harina de huesos-calcáreo.	1	19,612	19,612	3,31
Harina de hueso-corte.....	1	11,272	11,272	1.90
Calcáreo corte	1	2,566	2,566	0,43
H. de huesos-calcáreo-corte	1	12,396	12,396	2,09
Discrepancia	68	402,693	5,922	
Total....................	79	2790,206		

implantación del alfalfar (semilla inoculada). Los tablones con trigo repetido y con maíz repetido no recibieron corrección de ningún tipo.

Durante el ensayo se recogieron los datos meteóricos proporcionados por la estación meteorológica de Castelar, próxima al lugar ocupado por las parcelas del presente trabajo; en el cuadro 1 se consignan los datos correspondientes al año considerado (1960).

En la cosecha se tomaron, por cada parcela, dos cuadrados de 1 m de lado separados 4 m entre sí. El material de cada cuadrado, considerado como una muestra independiente, se pesó inmediatamente de cosechado. Los resultados experimentales que se presentan en este trabajo corresponden a los obtenidos hasta el segundo corte de la alfalfa implantada en el primer año de ensayo y son los que figuran en el cuadro 2.

Interpretación de los resultados experimentales

Previa verificación gráfica de la distribución normal de los resultados experimentales, se realizó el análisis de la variancia de los mismos (cuadro 3).

Del examen cuidadoso de este último cuadro se desprende la alta significancia que tienen la incorporación de harina de huesos y la de calcáreo dolomítico sobre la variabilidad de los rendimientos expresados en toneladas de material verde por hectárea.

Resulta interesante comparar las medias de cada una de las situaciones que se plantean al com-

binar los dos tratamientos, como puede verse en el cuadro 4.

CUADRO 4

Rendimientos promedios de alfalfa expresados en toneladas de material verde por hectárea.

	Ca_0	Ca_1
P_0	6,66	9,22
P_1	14,20	14,78

Dado que la diferencia límite de significación para las medias de tratamientos es de 2,04 y 1,54 toneladas por hectárea en los niveles de 99 y 95 % de seguridad, respectivamente, vemos que el calcáreo aumenta el rendimiento en forma altamente significativa cuando se aplica solo, como surge de la diferencia de las medias que supera el valor de 2,04, consignado más arriba; en cambio, cuando el calcáreo acompaña a la harina de huesos en el tratamiento, no tiene gravitación, por sí, sobre el rendimiento; la diferencia entre las medias de Ca_0P_1 y Ca_1P_1 (0,58) no alcanza ni al nivel del 95 %.

En lo que hace referencia a la harina de huesos, el cuadro 4 resulta que tanto para Ca_0 como para Ca_1 su aplicación se traduce en aumentos altamente significativos del rendimiento; las diferencias entre las medias para Ca_0 y Ca_1 son, respectivamente, de 7,54 y de 5,56.

De lo expuesto para el calcáreo se desprendería también una cierta interacción entre éste y la harina de huesos, pero ya hemos visto en el análisis respectivo que esa interacción no alcanza los niveles de significancia. Los valores experimentales que se obtengan al continuar el trabajo han de proporcionar, seguramente, nuevos elementos de juicio sobre este punto.

Concretando el estudio de los resultados logrados hasta el segundo corte del primer año, enfocándolo desde el punto de vista económico y limitándonos al tratamiento con harina de huesos, que resultó el más efectivo en la mejora de los rindes, surge su carácter retributivo en este caso. Teniendo en cuenta que el valor del hueso molido empleado (800 kg por hectárea) es de $ 3.600 m/n y que la diferencia en los costos respecto de la hectárea no fertilizada, por mano de obra en la aplicación del fertilizante y por mayores gastos como consecuencia del mayor rendimiento, no supera los $ 1.000 m/n, resulta que una diferencia en los gastos de $ 4.600 m/n se traduce en un aumento, para los dos cortes, de 5 toneladas de forraje en condiciones de mercado (un tercio, aproximadamente, del peso del material verde), que a los precios corrientes de $ 2.000 m/n la tonelada, para un producto de regular calidad, hacen un total de $ 10.000 m/n, con un beneficio neto de $ 6.400 m/n por hectárea, para los dos cortes considerados.

Resumen y conclusiones

Con el propósito de estudiar la rotación alfalfa (3 años), maíz (1 año), trigo (2 años), se inició en el año 1960, en el campo del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, en Castelar, provincia de Buenos Aires, un ensayo cuyos primeros resultados se comunican en el presente trabajo; los mismos comprenden dos cortes de alfalfa.

Los valores experimentales obtenidos permiten deducir las siguientes conclusiones, válidas para las condiciones del suelo del ensayo y para las características meteóricas imperantes en la zona durante el año considerado (1960):

1º La harina de huesos, portadora de fósforo, aumenta en forma altamente significativa el rendimiento de la alfalfa, aumento asimismo significativo desde el punto de vista económico.

2º El calcáreo dolomítico, fuente de calcio, aumenta en forma altamente significativa el rendimiento cuando se incorpora solo y no lo aumenta cuando la incorporación se hace simultáneamente con harina de huesos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Barbier, G. 1951. *Experience de longue durée sur la fumure phosphotassique.* Ann. Agron., 1951, nº 5 : 585.

Kendall, M. G. 1955. *The advanced theory of statistics.* Charles Griffin and Co., London.

Koehler, F. E., A. W. Moore, R. R. Allmaras y R. A. Olson. 1957. *Influence of past soil treatment on yield, composition and fertilizer phosphorus utilization by alfalfa.* Soil Sci., 72 : 168.

Mood, A. F. 1950. *Introduction to the theory of Statistics.* Mc. Graw Hill. New York.

Morani, V. y A. Baroccio. 1958. *Studi sulla concimaziones fosfatica al medicaio: esperienze nel Lazio e in Toscana.* Ann. Staz. Chi. Agr. Sper. Roma S. III nº 136.

Peterson, R. A. et al. 1950. *Metodología en investigaciones sobre pasturas.* Colección Agropecuaria, vol. II. INTA, Buenos Aires.

La Vª Reunión Latinoamericana de Fitotecnia

TENDRA LUGAR EN BUENOS AIRES
ENTRE EL 5 Y EL 18 DE NOVIEMBRE DE 1961

«Aportes de la Fitotecnia para el incremento de la producción agraria en América Latina», será el lema de la asamblea auspiciada por el gobierno argentino y la Fundación Rockefeller.

Se iniciará con cinco conferencias principales (economía, genética, fitopatología, entomología y edafología), a cargo de especialistas de relieve internacional. Luego seguirán las deliberaciones en MESAS REDONDAS POR ESPECIALIDADES (mejoramiento genético en América Latina, el suelo en los países latinoamericanos, la fitopatología en Latinoamérica, la entomología y nematología en Latinoamérica), y en MESAS REDONDAS POR CULTIVOS (trigo, arroz y otros cereales finos, maíz y sorgos, forrajes, oleaginosas, caña de azúcar, papa y hortalizas, porotos y otras leguminosas comestibles, algodón).

Las discusiones en mesa redonda tendrán lugar desde el 6 hasta el 11 de noviembre y se han programado distintas excursiones para la semana comprendida entre el 12 y el 17 del mismo mes.

La secretaría ha confeccionado un fichero en el que figuran más de 2000 técnicos latinoamericanos, a quienes se les está haciendo llegar una circular con detalles de la Vª Reunión y las excursiones programadas. Con dicha circular se adjunta una ficha de inscripción provisional a los efectos de hacer las reservas correspondientes. La cuota de inscripción ha sido fijada en $ 300 m/n ó 4 dóls. U. S. A.

Secretaría de la Comisión Local Organizadora
RIVADAVIA 1439 — BUENOS AIRES
T. E. 37-5097. Dirección cablegráfica «Reufito»

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA NACION

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (CASTELAR)

Director: Dr. M. Vet. y Dr. en Med. VICTORIO C. F. CEDRO

Instituto de Biología Animal
Instituto de Botánica Agrícola
Instituto de Fiebre Aftosa
Instituto de Fitotecnia
Instituto de Ingeniería Rural
Instituto de Microbiología e Industrias Agropecuarias
Instituto de Patología Animal
Instituto de Patología Vegetal
Instituto de Suelos y Agrotecnia
Instituto de Zoonosis

CENTROS REGIONALES DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

ANDINO

4 Estaciones y 1 Subestación Experimentales Agropecuarias y 7 Agencias de Extensión

Director: Ing. Agr. FERNANDO ROBY

CHAQUEÑO

4 Estaciones Experimentales Agropecuarias y 6 Agencias de Extensión

Director: Ing. Agr. MANUEL J. GUTIÉRREZ

MESOPOTAMICO

7 Estaciones Experimentales Agropecuarias y 12 Agencias de Extensión

Director: Ing. Agr. HORACIO A. SPERONI

NOROESTE

6 Estaciones y 1 Subestación Experimentales Agropecuarias y 8 Agencias de Extensión

Director: Ing. Agr. ROBERTO F. DE ULLIVARRI

PAMPEANO

12 Estaciones Experimentales Agropecuarias y 44 Agencias de Extensión

Director: Ing. Agr. WALTER F. KUGLER

PATAGONICO

3 Estaciones Experimentales Agropecuarias y 2 Agencias de Extensión

Director: Doctor EMILIO A. J. METTLER

RIONEGRENSE

2 Estaciones Experimentales Agropecuarias y 6 Agencias de Extensión

Director: Ing. Agr. CARLOS CUCCIOLI